



KULIAN BASIL SANTA CECÍLIA MARQUES

**CONTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO DE ENTORNO NA
DIVERSIDADE DE INIMIGOS NATURAIS E NO CONTROLE
CONSERVATIVO DE PRAGAS DO CAFEIEIRO**

LAVRAS-MG

2021

KULIAN BASIL SANTA CECÍLIA MARQUES

**CONTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO DE ENTORNO NA DIVERSIDADE DE
INIMIGOS NATURAIS E NO CONTROLE CONSERVATIVO DE PRAGAS DO
CAFEIEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

LAVRAS-MG

2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Marques, Kulian Basil Santa Cecília.

Contribuição da vegetação de entorno na diversidade de inimigos naturais e no controle conservativo de pragas do cafeeiro / Kulian Basil Santa Cecília Marques. - 2021.

133 p. : il.

Orientador(a): Luís Cláudio Paterno Silveira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.
Bibliografia.

1. Hymenoptera. 2. Café Convencional. 3. Controle Biológico Conservativo. I. Silveira, Luís Cláudio Paterno. II. Título.

KULIAN BASIL SANTA CECÍLIA MARQUES

**CONTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO DE ENTORNO NA DIVERSIDADE DE
INIMIGOS NATURAIS E NO CONTROLE CONSERVATIVO DE PRAGAS DO
CAFEEIRO**

**CONTRIBUTION OF SURROUNDING VEGETATION TO THE DIVERSITY OF
NATURAL ENEMIES AND CONSERVATIVE COFFEE PEST CONTROL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 28 de abril de 2021.

Dra. Lêda Gonçalves Fernandes IFSULDEMINAS - Campus Machado

Dr. Marcelo Mendes de Haro EPAGRI

Dr. Alcides Moino Jr. UFLA

Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza UFLA

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

Aos meus pais, Paulo Sérgio e Fernanda, pelo apoio e confiança.

OFEREÇO

A todos aqueles que acreditam em uma agricultura sustentável e que respeitam o meio ambiente, de forma a preservá-lo para gerações futuras.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida e me dar forças para conclusão de mais uma etapa.

A Nossa Senhora Aparecida e São Judas Tadeu, por encher minha vida de bênçãos e intercessões.

Ao professor Luís Cláudio, meu orientador, por sua contribuição com meu trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus pais, pelo incentivo, apoio e dedicação.

A minha esposa Priscila pelo companheirismo e compreensão.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Entomologia (DEN), CAPES, CNPq e a FAPEMIG, pela oportunidade concedida para conquista dessa etapa.

À Fazenda Vista Longa pela disponibilização das áreas para o desenvolvimento do projeto.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO GERAL

O controle de pragas das culturas agrícolas por seus inimigos naturais é um serviço ecossistêmico valioso para a agricultura, mas pouco quantificado. Compreender como as características da paisagem facilitam ou dificultam o movimento de pragas e inimigos naturais pode fornecer informações importantes sobre a migração para culturas e tem implicações para o gerenciamento de serviços ecossistêmicos mediados por artrópodes. Sabe-se que há um enriquecimento de inimigos naturais e controle biológico mais efetivo onde a vegetação natural permanece às margens dos cultivos, tais como fragmentos florestais, matas ciliares ou outros cultivos. Este trabalho tem como objetivo acompanhar a flutuação populacional, predação e parasitismo do bicho-mineiro e da broca do cafeeiro, bem como a ação de inimigos naturais, correlacionando a fatores climáticos. Foram amostrados diferentes talhões de café, um de cafeeiro em monocultura, e os outros com diferentes vegetações de entorno: cedro australiano, pastagem e fragmento florestal. Também foi determinada a abundância, riqueza e diversidade de himenópteros parasitoides, e foi avaliada a influência da vegetação de entorno sobre a composição da comunidade desses insetos no sistema cafeeiro. Nessas áreas também foram coletados frutos brocados para observar a emergência de parasitoides da broca-do-cafeeiro. O projeto foi desenvolvido no município de Coqueiral-MG, por dois anos, onde foram utilizadas planilhas de campo para a avaliação das pragas e inimigos naturais, além de coletas de folhas, frutos e utilização de armadilhas “pan trap” para captura de insetos. Em relação aos parasitoides do bicho-mineiro foram coletados 392 himenópteros parasitoides, sendo 204 braconídeos e 190 eulofídeos e as espécies mais abundantes foram *Stiropius reticulatus*, *Orgilus niger* e *Proacrias coffeae*. Com as armadilhas “pan trap” foram coletados no total 2042 insetos de oito superfamílias, 23 famílias e 187 morfoespécies e os resultados mostraram uma maior abundância de parasitoides, relacionados ao controle biológico de pragas do cafeeiro, no tratamento cafezal com vegetação de entorno cedro australiano. Foi encontrado o parasitode *Prorops nasuta* em frutos brocados avaliados nos tratamentos. O bicho-mineiro não causou danos econômicos, porém a infestação da broca do café atingiu nível de dano econômico no café convencional em monocultivo e também com vegetação de entorno cedro australiano. A obtenção dessas informações ampliou o conhecimento dos benefícios ecológicos relacionados à vegetação de entorno de cafezais, da dinâmica populacional de pragas e inimigos naturais associados ao cafeeiro, e da distribuição da diversidade e abundância de parasitoides, fornecendo assim bases para a recomendação do controle biológico por conservação na cafeicultura no Sul de Minas Gerais.

Palavras Chave: Hymenoptera. Café Convencional. Cedro Australiano. Controle Biológico Conservativo.

ABSTRACT

Pest control of agricultural crops by their natural enemies is a valuable ecosystem service for agriculture, but little quantified. Understanding how landscape features facilitate or hinder the movement of pests and natural enemies can provide important information on migration to crops and have implications for the management of arthropod-mediated ecosystem services. It is known that there is an enrichment of natural enemies and more effective biological control where natural vegetation remains on the margins of crops, such as forest fragments, riparian forests or other crops. This work aims to monitor the population fluctuation and parasitism of the coffee berry borer and the coffee leaf miner as well as the action of natural enemies, correlating to climatic factors. Different plots of coffee were sampled, one of coffee in monoculture, and the others with different surrounding vegetation: australian red cedar, pasture and forest fragment. The abundance, richness and diversity of hymenopteran parasitoids was also determined, and the influence of the surrounding vegetation on the composition of the community of these insects in the coffee system was evaluated. In these areas, brocade fruits were also collected to observe the emergence of parasitoids of the coffee borer. The project was developed in the municipality of Coqueiral-MG, for two years, where field worksheets were used to assess pests and natural enemies, in addition to collecting leaves, fruits and using “pan trap” traps to capture insects. Regarding the parasitoids of the coffee leaf miner, 392 hymenopteran parasitoids were collected, of which 204 were braconids and 190 eulophids and the most abundant species were *Stiropius reticulatus*, *Orgilus niger* and *Proacrias coffeae*. A total of 2042 insects from eight superfamilies, 23 families and 187 morphospecies were collected with the pan trap traps and the results showed a greater abundance of parasitoids, related to the biological control of coffee pests, in the coffee treatment with vegetation surrounding Australian red cedar. *Prorops nasuta* parasitoid were found in brocade fruits evaluated in the treatments. The coffee leaf miner did not cause economic damage, but the infestation of the coffee borer reached the level of economic damage in conventional coffee in monoculture and also with vegetation surrounding Australian red cedar. Obtaining this information broadened the knowledge of the ecological benefits related to the vegetation surrounding coffee plantations, the population dynamics of pests and natural enemies associated with coffee, and the distribution of diversity and abundance of parasitoids, thus providing bases for the recommendation of biological control by conservation in coffee growing in the south of Minas Gerais.

Keywords: Hymenoptera. Conventional coffee. Australian Red Cedar. Conservative Biological Control.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Características e Importância do Cafeeiro	15
2.2	Principais Pragas do Cafeeiro.....	16
2.2.1	Bicho-Mineiro do Cafeeiro	17
2.2.2	Broca do Café	18
2.3	Ecologia de Paisagem e Controle Biológico Conservativo.....	20
2.4	Inimigos Naturais das Pragas do Cafeeiro.....	22
	REFERÊNCIAS	27
	CAPÍTULO 2.....	37
	INFESTAÇÃO, PREDACÃO E PARASITISMO DO BICHO MINEIRO EM CAFEIROS COM DIFERENTES VEGETAÇÕES DE ENTORNO.....	37
1	INTRODUÇÃO	39
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
2.1	Amostragens	41
2.1.1	Amostragem da Incidência e Predação do Bicho-mineiro	42
2.2.2	Amostragem das Populações de Himenópteros Parasitoides e Avaliação do Índice de Parasitismo.....	42
2.3	Registro Meteorológico	42
2.4	Análise Faunística e Estatística.....	43
3	RESULTADOS.....	44
4	DISCUSSÃO	59
5	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	66
	CAPÍTULO 3.....	70
	DIVERSIDADE DE HIMENÓPTEROS PARASITOIDES EM CULTIVO CONVENCIONAL DE CAFÉ COM DIFERENTES VEGETAÇÕES DE ENTORNO.....	70
1	INTRODUÇÃO	72
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	74
2.1	Caracterização da Área Experimental do Sistema de Cultivo Convencional com Diferentes Vegetações de Entorno	74
2.2	Amostragens	75
2.2.1	Amostragem das Populações de Himenópteros Parasitoides.....	75
2.3	Avaliação das Variáveis.....	78
2.3.1	Medição da Abertura Dossel	78
2.3.2	Registro Meteorológico	78
2.3.3	Inseticidas.....	79
2.4	Análise Faunística e Estatística.....	79
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4	CONCLUSÕES	109
	REFERÊNCIAS	110
	CAPÍTULO 4.....	116
	INFESTAÇÃO DA BROCA E OCORRÊNCIA DE <i>Prorops nasuta</i> EM CAFEIROS COM DIFERENTES VEGETAÇÕES DE ENTORNO.....	116
1	INTRODUÇÃO	118

2	MATERIAL E MÉTODOS	120
2.1	Amostragens	121
2.1.1	Avaliação da Infestação da Broca-do-café	121
2.1.2	Avaliação da Emergência de Parasitoides da Broca-do-café	121
2.2	Análise Estatística	123
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	124
4	CONCLUSÕES	130
	REFERÊNCIAS	131
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	133

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, o segundo maior consumidor do produto e a maior fonte mundial de cafés sustentáveis (MAPA, 2020). Minas Gerais concentra a maior produção, sendo o sul do Estado a maior região produtora de *Coffea arabica* (CONAB, 2020).

Na região sudeste brasileira, os agroecossistemas cafeeiros têm grande importância econômica e social. A monocultura do café no estado de Minas Gerais ocupa mais de um milhão de hectares, sendo que mais da metade está na região sul e centro oeste do Estado. No entanto, é importante reconhecer que a fragmentação de ecossistemas naturais para implantação de monoculturas resulta na perda de importantes habitats para a conservação da biodiversidade (DIAS et al., 2008). Entretanto, a ocupação da paisagem por agroecossistemas não a transforma necessariamente em um ambiente completamente inóspito a todas as espécies nativas, pois os agroecossistemas podem ser posicionados em um gradiente de distúrbio do mais agressivo ao mais brando (ALTIERI, 1994).

A implantação de extensa área de monocultivo e a simplificação destes ambientes leva consequentemente a uma modificação das interações tróficas existentes podendo ocasionar desequilíbrio ao meio ambiente e a extinção de muitas espécies. A intensificação da incidência de pragas é resultante desse modelo. Segundo Perfecto et al. (1997) e Moguel e Toledo (1999), em vários países produtores de café tem sido observado um efeito negativo da intensificação do processo produtivo sobre a biodiversidade.

De acordo com Altieri et al. (2003), para que estratégias mais sustentáveis de manejo de pragas possam ser construídas, é necessário levar em consideração a paisagem agrícola, ou mesmo a região biogeográfica, considerando que uma perspectiva regional é necessária para prever os padrões de estrutura de comunidades.

O controle de pragas das culturas por seus inimigos naturais é serviço ecossistêmico valioso para a agricultura, mas pouco quantificado (LANDIS et al., 2008; TSCHUMI et al., 2015). Compreender como as características da paisagem podem facilitar ou impedir o movimento de pragas e inimigos naturais, podem fornecer informações importantes sobre a migração para culturas e têm implicações para o gerenciamento de serviços ecossistêmicos mediados por artrópodes (KREMEN, 2005).

Sabe-se que há um enriquecimento de inimigos naturais e controle biológico mais efetivo onde a vegetação natural permanece às margens dos cultivos, tais como fragmentos

florestais e matas ciliares. Além desses, outros habitats artificiais poderiam ser incorporados à paisagem agrícola, como os quebra-ventos, cercas vivas e os corredores biológicos. Esses habitats podem fornecer abrigo ou locais de refúgios ou hibernação, bem como recursos alimentares como pólen e néctar e hospedeiros/presas alternativos para os inimigos naturais (CHIVERTON; SOTHERTON, 1991; THOMAS et al., 1991; NICHOLLS et al., 2001; TSCHARNTKE et al., 2007; RUSCH et al., 2010; MACFADYEN et al., 2015).

A produção do cafeeiro é afetada por diversos fatores em maior ou menor intensidade. Dentre esses destacam-se as pragas que frequentemente causam grandes prejuízos, sendo as principais o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), ocasionando grandes perdas em virtude dos danos que provocam (SILVA et al., 2014).

Segundo Machado et al., (2014), a dinâmica populacional das pragas do cafeeiro varia em função das regiões de cultivo e também devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema. Os inimigos naturais, especialmente predadores, parasitoides e entomopatógenos são importantes organismos que contribuem na regulação populacional desses insetos-praga em cafezais (SOUZA; REIS, 2000; FERNANDES, 2013; VENZON et al., 2014).

Em sistemas cafeeiros, é sabido que a diversificação vegetal, sendo antrópica ou natural, promove um significativo incremento da riqueza de espécies de inimigos naturais, especialmente de parasitoides das pragas do cafeeiro (PERIOTO et al., 2004; SANTOS; PÉREZ-MALUF, 2012; FERNANDES, 2013; FERREIRA et al., 2013). Cerca de 26 famílias de parasitoides são encontrados em cafeicultura, com ao menos oito de importância na regulação das pragas chave, sendo elas Braconidae, Bethyilidae, Chalcididae, Eulophidae, Diapriidae, Figitidae, Monomachidae e Pteromalidae (FERREIRA et al., 2013; TOMAZELLA, 2016).

Segundo Fernandes (2013), o reconhecimento e a identificação das diferentes espécies da artropofauna associada à cafeicultura, em especial as pragas e seus inimigos naturais e a relação existente entre eles são de grande importância para se propor e estabelecer estratégias alternativas e ecologicamente sustentáveis para o manejo de pragas.

Estudos que examinam a relação entre as características da escala da paisagem no controle de pragas estão se tornando mais comuns (BENNETT; GRATTON, 2012), inclusive há um crescente reconhecimento de que o manejo de pragas através de vespas predadoras e parasitoides requer uma abordagem ao nível da paisagem (CHAPLIN-KRAMER; KREMEN,

2012). No entanto, ainda há uma compreensão limitada sobre quais fatores influenciam a distribuição espacial e temporal dos serviços de ecossistemas mediados por artrópodes e como estes podem ser manipulados para auxiliar no controle de pragas (MACFADYEN et al., 2015).

A determinação da dispersão dos insetos em resposta à diversidade vegetal da paisagem, e a verificação de que certos tipos de associações de plantas circundando cultivos servem como corredores para o movimento de artrópodes em monoculturas, são estudos interessantes, os quais têm implicações de grande relevância para o planejamento do Manejo Integrado de Pragas ao nível da paisagem (THOMSON; HOFFMANN, 2013).

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo acompanhar a flutuação populacional predação e parasitismo do bicho-mineiro e da broca do cafeeiro em áreas convencionais com diferentes vegetações de entorno, adjacentes ao cultivo cafeeiro, bem como a ação de inimigos naturais, correlacionado a fatores climáticos. Também foi determinada a abundância, riqueza, diversidade de himenópteros parasitoides, e foi avaliada a influência da vegetação de entorno sobre a composição da comunidade desses insetos em sistemas agrícolas. Outro objetivo foi avaliar nessas áreas a emergência de parasitoides da broca-do-café.

A obtenção dessas informações propiciou uma contribuição ao conhecimento dos benefícios ecológicos relacionados à vegetação de entorno de cafezais, também da dinâmica populacional de pragas e inimigos naturais associados ao cafeeiro, e na distribuição da diversidade e abundância de parasitoides, fornecendo-se assim bases para a recomendação do controle biológico por conservação em cafeicultura no Sul de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características e Importância do Cafeeiro

O gênero *Coffea* L. possui cerca de 103 espécies, sendo que *Coffea arabica* e *Coffea canephora* são as únicas cultivadas em grande escala nas variadas regiões cafeeiras do mundo e representam, praticamente, 100% de todo o café comercializado, com o café arábica participando com cerca de 61% na produção mundial e o café robusta com 39% (MATIELLO et al., 2015).

O cafeeiro da espécie *C. arabica* é uma planta tropical de altitude, adaptada a climas úmidos com temperaturas amenas. A temperatura considerada ideal varia de 16 a 23°C e as regiões mais indicadas são aquelas com pluviosidade acima de 1200 mm/ano. É cultivada nas regiões tropicais com altitudes acima de 500 metros e temperaturas médias anuais de 19 a 22°C (CLARKE; MACRAE, 1985; PEDINI, 2000; MATIELLO et al., 2010).

O cultivo de café sob o sistema convencional, corresponde à maior parte dos plantios brasileiros, sendo o sul de Minas Gerais a principal região produtora de café do estado, do país e do mundo (THEODORO, 2001; MATIELLO et al., 2015).

O Brasil é o maior produtor mundial há mais de 150 anos e o café teve grande influência na formação do país e de importantes cidades (COELHO, 2002; RUFINO, 2003). O país demonstrou crescimento de 42% da produção de café na safra 2016/2017, que foi de 51,4 milhões de sacas, em relação à safra de 2007/2008, a qual foi de 36,1 milhões de sacas. E as exportações brasileiras passaram de 28,4 milhões de sacas para 34,3 milhões de sacas, com incremento de aproximadamente 21%, nesse período, gerando milhões de empregos diretos e indiretos (ETENE, 2019). Cerca de 70% dos cafeicultores são classificados como pequenos produtores, possuindo no máximo 20 hectares de área de café, responsáveis por 70-80% da renda bruta total desses imóveis. Este grupo detém aproximadamente 30% do parque cafeeiro nacional e o estado de Minas Gerais é o maior produtor de *C. arabica* (MATIELLO et al., 2010).

O café é responsável por significativa geração de divisas para o país rendendo, na exportação, cerca de 5 bilhões de dólares por ano. No campo o café gera maiores benefícios, ocupando mais de 300 mil propriedades (70% pequenas) distribuídas em 11 estados, onde o café constitui a principal fonte de renda. Exigente em mão de obra, os cafezais empregam direta ou indiretamente, quase 8 milhões de pessoas (MAPA, 2018).

Em 2015, o Brasil produziu cerca de 43,2 milhões de sacas de 60 quilos, respondendo por aproximadamente 30,1% da produção mundial, seguido pelo Vietnã com 19,2%, e Colômbia em terceiro lugar com 9,4%. Na safra de 2015, o estado de Minas Gerais liderou a produção nacional do café com 51,6% da produção total, seguido pelos estados do Espírito Santo (24,8%), São Paulo (9,4%), Bahia (5,4%), Rondônia (4%), e outros estados apresentando menores produções (ABIC, 2015).

A exportação total de café do Brasil atingiu 40,6 milhões de sacas de 60 kg em 2019, obteve US\$ 5,1 bilhões em receitas com as exportações de café. Entre os maiores consumidores do café brasileiro estão os Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Bélgica (CECAFE, 2020).

2.2 Principais Pragas do Cafeeiro

O cafeeiro pode ser atacado por um número elevado de pragas, estas atacam diferentes partes da planta, sendo responsáveis por danos diretos ao fruto, ou mesmo por danos indiretos às plantas as quais podem acarretar perdas na produção e na qualidade do produto.

Segundo Reis, Souza e Venzon (2002), embora possa haver diferenças entre as regiões cafeeiras, as principais pragas da cultura são: a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), a cigarra, *Quesada gigas* (Olivier, 1790) (Hemiptera: Cicadidae), o ácaro vermelho, *Oligonychus illicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae), o ácaro da mancha anular, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), o ácaro branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) além das cochonilhas da parte aérea, *Coccus viridis* (Green, 1889), *Saissetia coffeae* (Walker, 1852), *Planococcus citri* (Risso, 1813), *Pinnaspis aspidistrae* (Sign., 1869) (Hemiptera: Pseudococcidae) e das raízes, *Dysmicoccus* sp. (Hempel, 1918).

Nos cafeeiros, ocorrem insetos que não têm status de pragas, a não ser quando ocorrem desequilíbrios provocados pelo uso excessivo de agrotóxicos ou por condições climáticas favoráveis, como os lepidópteros desfolhadores (Saturnidae, Geometridae, Megalopygidae e Noctuidae) (REIS; SOUZA; VENZON, 2002) e as moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) (AGUIAR-MENEZES et al., 2007). Outro Diptera que pode chegar a causar danos significativos é a mosca das raízes *Chiromyza vittata* Wiedmann, 1820 (Diptera: Stratiomyidae), cujas larvas devoram radículas e perfuram raízes maiores, podendo levar a planta à morte (D'ANTÔNIO, 1991; SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

Machado et al. (2014) comentam que a produção cafeeira é afetada por diversos fatores em maior ou menor intensidade. Dentre esses destacam-se as pragas que todos os anos causam grandes prejuízos, diminuindo a produtividade das lavouras e onerando os custos de produção. De um modo geral, no Brasil, são mais importantes, como pragas do cafeeiro: o bicho-mineiro-do-cafeeiro, e a broca do café (MATIELLO et al., 2010).

2.2.1 Bicho-Mineiro do Cafeeiro

O adulto do bicho-mineiro é um microlepidóptero, cujas mariposas apresentam coloração prateada, medem 6,5 mm de envergadura e possuem asas franjadas, sendo considerada a principal praga do cafeeiro nas regiões de temperaturas mais elevadas e de maior déficit hídrico do Brasil (REIS; SOUZA, 1986; REIS; SOUZA; VENZON, 2002; SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998; MACHADO et al., 2014; SILVA et al., 2014).

Possui hábito crepuscular noturno (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998), com preferência para voar entre 16 e 20 horas (CONCEIÇÃO, 2005). Durante o dia, as mariposas ocultam-se sob as folhas dos cafeeiros na metade inferior das plantas, procurando ambientes de microclima mais úmido. No crepúsculo, as fêmeas realizam a postura endofítica na parte adaxial das folhas. Uma fêmea, durante a sua vida, é capaz de colocar mais de 50 ovos, em um período embrionário variando de 5 a 21 dias, dependendo das condições de temperatura e umidade (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

Logo após a eclosão, as lagartas perfuram a cutícula e a epiderme superior da folha que se encontra em contato com o ovo, penetrando diretamente no parênquima paliçádico onde permanecem se alimentando de células desse tecido até o abandono para transformação em crisálida. Em uma única lesão, podem ser encontradas uma ou mais lagartas e a presença de mais de uma lagarta deve-se à coalescência das lesões (REIS; SOUZA; MELLES, 1984). As regiões destruídas vão secando e a área atacada vai aumentando com o próprio desenvolvimento da lagarta. É no período larval, portanto, que o bicho-mineiro causa injúrias às plantas (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

As minas têm formato arredondado e coloração castanho-clara, com o centro das lesões mais escuro, resultado do acúmulo de excreções; a epiderme do limbo superior, no local da lesão, destaca-se com facilidade (REIS; SOUZA, 1998).

Este inseto é favorecido por sistemas agrícolas em condições climáticas de baixa umidade relativa e temperatura elevada. As injúrias são provocadas pelas lagartas e estas afetam

a produtividade devido à redução da área foliar, e em altas infestações provocam desfolha nas plantas. Na região Sul de Minas Gerais foi constatado uma redução de 50% na produção devido a 67% de desfolha ocorrida em outubro, época de floração do cafeeiro (REIS; SOUZA, 2002; SOUZA; REIS, 2000).

2.2.2 Broca do Café

A broca-do-café é um pequeno besouro (coleóptero) de cor escura brilhante. A fêmea fecundada perfura o fruto do café, normalmente na região da coroa, faz uma galeria no seu interior, onde põe os ovos, dos quais surgem as larvas, que se alimentam das sementes. Os ovos são de cor branco leitosa, as larvas são também brancas. As pupas são brancas de início e quando próximas a se tornar adultos ficam de cor amarelo pálido. O adulto macho (menor) mede de 1,0 – 1,25mm e a fêmea de 1,4 – 1,85mm. Logo após emergido o adulto tem cor café claro e depois de 4 a 5 dias fica bem escuro. A fêmea tem asa e vôa e o macho não. A fecundidade média da fêmea é de 74 ovos e a longevidade média 156 dias. Ela põe dois ovos por dia e o número por câmara não ultrapassa 20. O ciclo médio da praga ocorre em 27,7 dias variando de 17-46 dias, sendo que o número de gerações por ano ou ciclo produtivo do café pode chegar a 7, sendo muito influenciado pela temperatura na região (MATIELLO et al., 2010).

A broca-do-café é uma das pragas mais severas do cafeeiro em todo o mundo, pois ao atacar os frutos nos diferentes estágios de maturação, reduz a produtividade e a qualidade do fruto. A fêmea desta praga, após o acasalamento, perfura o fruto iniciando uma galeria até atingir o pergaminho da semente, local onde realiza a sua postura. A oviposição é feita tanto em frutos verdes com a semente formada, como também em frutos maduros (cerejas) e secos, geralmente na região da coroa. Esses frutos geralmente murcham e caem em consequência dessa injúria (REIS; SOUZA; VENZON, 2002; SOUZA et al., 2014). Essa praga é a responsável pelos maiores danos diretos a cultura, onde as perdas anuais causadas no Brasil superam US\$ 300 milhões (OLIVEIRA et al., 2013).

Segundo Damon (2000) e Reis (2002), as fêmeas adultas constroem galerias no endosperma da semente onde depositam seus ovos. As larvas e os adultos alimentam-se das sementes e provocam a redução no peso dos grãos. Estas perdas podem variar de 5 a 20%, depois do café processado (BORBÓN MARTINEZ et al., 2000).

Reis et al. (2010) afirmam que as lesões causadas por este inseto nos frutos de café propiciam a entrada de fungos e bactérias, os quais podem ser responsáveis pelo apodrecimento e queda dos frutos, além de prejudicar a qualidade da bebida.

Diversos fatores podem dar condições da broca-do-café permanecer no campo de uma safra para outra, destacando uma colheita mal feita, deixando frutos em maior quantidade, no pé ou no chão; um ambiente sombreado, lavouras fechadas ou arborizadas; período úmido na entressafra, oferecem melhores condições para a sobrevivência dos insetos e, como resultado, eleva a infestação nos frutos da próxima safra. Existem alguns outros fatores que podem ser destacados e que influenciam no ataque, sendo esses lavouras adensadas, lavouras muito próximas aos terreiros, presença na propriedade de cafezais abandonados, dentre outras (REIS et al., 2010; MATIELLO et al., 2010).

O controle da broca era realizado, principalmente, com o uso de produtos químicos contendo o ingrediente ativo endossulfan (NEVES et al., 2006). No entanto, vários autores comentam o fato de populações da broca-do-café apresentarem resistência a este produto (BRUN et al., 1989; BRUN et al., 1994), além da mortalidade de parasitóides desta praga após a aplicação deste inseticida (DAMON, 2000). Além da resistência e da mortalidade de parasitóides provocados por este produto, o mesmo teve, em todo o Brasil, recomendação de banimento de uso em 2009 pela ANVISA, em função dos riscos que oferece à saúde e ao ambiente (ZANATTA, 2009). Desde então aumentaram as taxas de infestação de *H. hampei* nas principais regiões produtoras de café no Brasil, o que levou à declaração de emergência fitossanitária (BRASIL, 2014 e 2015).

Segundo Biguetti (2017) a broca-do-café foi a principal preocupação do setor cafeeiro nesta safra no Sul de Minas. Dados obtidos pela Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ), principal cooperativa de café do país, acusam que até o naquele período a praga causou 13% de queda de produção nas lavouras e redução de 21% no peso dos grãos no Sul de Minas.

Os prejuízos causados pela broca-do-café, segundo Souza e Reis (1997) e Reis et al. (2010) são a perda de peso e qualidade do grão, redução da produção de sementes e perda do mercado externo. A perda na qualidade ocorre pela depreciação do aspecto dos grãos e perda do tipo, levando o café a tipos baixos, com um menor preço no mercado, além do que, implica na redução da quantidade exportável, já que são admitidos no mercado externo, apenas lotes com menos de 10% de grãos brocados (MATIELLO et al., 2015).

2.3 Ecologia de Paisagem e Controle Biológico Conservativo

A ecologia de paisagem é um aspecto do estudo geográfico que considera a paisagem como uma entidade holística, composta de diferentes elementos, todos influenciando-se mutuamente (ZONNEVELD, 1972). Ela enfatiza amplas escalas espaciais e os efeitos ecológicos do padrão espacial dos ecossistemas (TURNER, 1989), portanto, estuda a estrutura, função e desenvolvimento das paisagens (FORMAN, 1981). A estrutura da paisagem refere-se às relações espaciais entre os ecossistemas distintos e a função da paisagem refere-se a fluxos de energia, materiais e espécies entre o componente dos ecossistemas, já a mudança da paisagem refere-se a alteração na estrutura e função do mosaico ecológico ao longo do tempo (FORMAN e GODRON, 1986).

Segundo Turner (2005) a ecologia de paisagem é simplesmente o estudo da relação entre padrões espaciais e processos ecológicos em uma variedade de escalas, ou seja, as causas e consequências da heterogeneidade espacial em escalas. Em paisagens agrícolas, o uso da terra, tipos de culturas, práticas de manejo e a estrutura da paisagem ou arranjo espacial dos seus elementos são importantes fatores na determinação dos processos ecológicos e da distribuição de espécies de insetos (ZONNEVELD; FORMAN, 1989). Devido à intensificação da agricultura, a simplificação da estrutura das paisagens agrícolas tem exercido um grande impacto sobre a riqueza da vegetação e da fauna dos agroecossistemas (ALTIERI et al., 2003).

Ainda há pouco entendimento de como a biodiversidade responde às mudanças na escala da paisagem e fluxos biológicos através de mosaicos de habitats remanescentes e áreas agrícolas (GARDNER et al., 2009). Há uma escassez de trabalhos sobre os impactos da biodiversidade de diferentes sistemas de pastagem e outras culturas de rotação curta, apesar de dominarem as paisagens agrícolas (ALMEIDA et al., 2011).

Entretanto, houve um aumento recente do interesse da pesquisa global sobre a importância da diversidade funcional e seus vínculos com os processos do ecossistema (CADOTTE, CARSCADDEN e MIROTCHNICK 2011). Compreender estas principais relações de função da biodiversidade e do ecossistema continua a ser fundamental para a avaliação da resiliência ecológica global dos sistemas modificados e da geração de recomendações cientificamente credíveis de melhores práticas.

Além de influenciar a abundância e diversidade dos inimigos naturais, a estrutura da paisagem também pode alterar as interações entre inimigos naturais e a estabilidade da supressão de pragas. A intensificação agrícola através da simplificação da paisagem tem efeitos

negativos sobre o nível de controle natural de pragas, existindo a necessidade de preservar e restaurar habitats semi-naturais para manter e melhorar os serviços de controle de pragas através da manutenção e incremento de inimigos naturais em agroecossistemas (RUSCH et al., 2016).

O controle biológico conservativo, com base no manejo ou modificação do ambiente, visa incrementar a sobrevivência e o desempenho dos inimigos naturais, o qual resulta em redução populacional das pragas (BARBOSA, 1988; EILENBERG et al., 2001). Os métodos utilizados para conservar e favorecer a atividade dos inimigos naturais incluem o fornecimento de alimentos alternativos, como néctar, pólen e *honeydew* e/ou presas alternativas em épocas diversas, a provisão de áreas de refúgio e de microclima para condições adversas, a provisão de voláteis, que modificam o comportamento de pragas e seus inimigos naturais, e a utilização de práticas de controle seletivo de pragas (BARBOSA, 1988; LANDIS et al., 2000; GURR et al., 2003; VENZON; SUJJI, 2009).

A prática do controle biológico conservativo requer conhecimento sobre estrutura e funcionamento da teia alimentar presente no sistema, a fim de utilizar, estrategicamente, técnicas que visem ao aumento e à conservação daquelas espécies desejáveis. Em sistemas cafeeiros, é sabido que a diversificação vegetal, sendo antrópica ou natural, promove um significativo incremento da riqueza de espécies de inimigos naturais, especialmente de parasitoides das pragas do cafeeiro (PERIOTO et al, 2004; SANTOS; PÉREZ-MALUF, 2012; FERNANDES, 2013; FERREIRA; SILVEIRA; HARO, 2013; TOMAZELLA, 2016).

É possível que ambientes mais estáveis, com maior oferta de habitat e refúgios, sustentem uma maior diversidade de entomofauna. Aumentar a densidade de borda em terras agrícolas, através da preservação e restauração dos habitats naturais, pode promover a diversidade e a abundância de insetos benéficos (KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; RICKETTS, 2004; CHACOFF; AIZEN, 2006).

Paoletti et al. (1999) afirmam que práticas agroflorestais e conservacionistas devem buscar heterogeneidade nos ambientes periféricos, pois ao avaliarem diferentes ambientes, constataram que insetos e demais representantes do Filo Arthropoda se agrupam de acordo com seu grupo trófico e com os sistemas que lhes disponibilizem melhores condições de manutenção, estando fortemente ligados às unidades de paisagem que circundam estes ambientes.

A manutenção de inimigos naturais de pragas em um sistema agrícola pode ser feita por via da conservação, ou seja, pelo manejo da vegetação adjacente ou dentro destas culturas (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003; VÁZQUEZ,

2014). Mudanças na estrutura da paisagem, tais como redução da proporção de fragmentos de vegetação nativa ou aumento de seu isolamento, podem alterar a habilidade dos inimigos naturais de se dispersar, ocorrendo, assim, redução no tamanho das populações regionais (JONSEN; FAHRIG, 1997).

Para que alternativas mais sustentáveis de manejo de pragas possam ser construídas, é preciso incorporar outros tipos de análise, tais como as comunidades de insetos, avaliando a diversidade e abundância relativa de espécies-chaves e a paisagem agrícola, ou região biogeográfica, que segundo Levins e Wilson (1979) pode muitas vezes ser uma unidade mais apropriada para a pesquisa sobre manejo de pragas do que uma única área homogênea de monocultura.

Em um enfoque alternativo, Rabb (1978) define o sistema de produção agrícola como uma área grande o bastante para incluir florestas, cercas vivas, matas ciliares, áreas cultivadas e outros tipos de áreas agrícolas não cultivadas, como um complexo de habitats ricos em biodiversidade, entre os quais ocorre intercâmbio de comunidade de organismos (herbívoros, predadores, parasitoides, entomopatógenos e decompositores de matéria orgânica) e materiais (água, sedimentos de solo, pólen, sementes e matéria orgânica).

Os agroecossistemas podem ser diversificados pela associação de plantas de espécies diferentes, podendo estar dispostas, com relação à cultura principal, em faixas alternadas de cultivo, em campos adjacentes, misturadas na mesma linha ou na área de plantio, nas bordas da área de cultivo. Um fator importante a ser considerado com relação a essa disposição é a distância da planta associada da cultura principal (ALTIERI, 1999; ANDOW, 1991).

Diversos estudos indicam que a abundância e diversidade de insetos entomófagos dentro de um cultivo estão intimamente relacionadas à natureza da vegetação circundante e que normalmente, maior número de inimigos naturais ocorre nas proximidades das plantas associadas e na interface com a cultura principal. Destaca-se que os maiores níveis de controle biológico são geralmente observados nas linhas das culturas que estão vizinhas à vegetação nativa ou cercas vivas, ocorrendo o contrário nas linhas centrais (BAXTER, 1979; ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

2.4 Inimigos Naturais das Pragas do Cafeeiro

Souza e Reis (2000) afirmaram que a dinâmica populacional do bicho-mineiro do cafeeiro varia em função das regiões de cultivo, devido a fatores bióticos e abióticos que atuam

no agroecossistema cafeeiro. Em relação aos fatores bióticos, os inimigos naturais, predadores, parasitoides e entomopatógenos (vírus, bactérias e fungos) são importantes organismos que contribuem na regulação deste inseto-praga (ECOLE et al., 2002).

No Brasil, o bicho-mineiro-do-cafeeiro é predado por diversos artrópodes como por exemplo, os ácaros e os tripses que predam ovos, vespas que predam larvas e crisopídeos que predam pupas. Associado ao bicho-mineiro já foram descritas 28 espécies de parasitoides, dez de vespas predadoras e uma de crisopídeo (ECOLE et al., 2002; REIS; SOUZA; VENZON, 2002; LOMELI-FLORES, 2007). As bactérias *Erwinia herbicola* e *Pseudomonas aeruginosa* já foram relatadas infectando larvas de bicho-mineiro, assim como fungos que causam epizootias em campo (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

As vespas (Hymenoptera: Vespidae) destacam-se no controle biológico do bicho-mineiro, sendo que em Minas Gerais, as espécies de vespídeos responsáveis pelo controle natural do bicho-mineiro são *Apoica pallens* (Fabricius, 1804); *Brachygastra lecheguana*, (Latreille, 1824); *Polistes versicolor* (Olivier, 1791), *Polybia paulista* (Ihering, 1896); *Polybia scutellaris* (White, 1841), *Protonectarina sylveirae*, (Saussure, 1854); *Protopolybia exigua* (Saussure, 1854), *Synoeca surinama cyanea* (Fabricius, 1775) e *Eumenes* sp. (SOUZA; BERTI FILHO; REIS, 1980; GUSMÃO et al., 2000; FRAGOSO et al., 2001). As espécies *P. sylveirae*, *B. lecheguana*, *S. surinama cyanea*, *P. scutellaris* e *Eumenes* sp são as de maior relevância (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998; LEITE et al., 2001; PEREIRA, 2002).

Seus ninhos são construídos geralmente próximos a lavoura de café, em arbustos e árvores ou até mesmo nos próprios cafezais (LUPPI; MACHADO, 2010). As vespas predadoras possuem o aparelho bucal do tipo mastigador, e com isso têm a capacidade de romper a mina (epiderme da folha) tanto na face superior como a inferior da folha do café, manipular e retirar a lagarta do bicho-mineiro para alimentação. Esses predadores são capazes de localizar e atacar lesões de diversos tamanhos (REIS; SOUZA; MELLES, 1984) e assim contribuir diretamente com o controle biológico.

De acordo com Reis, Souza e Venzon (2002), os trabalhadores temem o ataque das vespas e este fator os levam a destruir os ninhos encontrados na lavoura. A preservação de florestas remanescentes e o reflorestamento com espécies nativas onde as vespas possam se abrigar seria uma solução para este problema, visando contribuir para preservação e o aumento do habitat dos inimigos naturais, já que a proteção dos ninhos das vespas sociais que se encontram próximos do cafeeiro, contribuem para o aumento da predação do bicho-mineiro (MATIELLO et al., 2010).

Amaral et al. (2010) avaliaram a influência do aumento da diversidade da vegetação, através da introdução de adubos verdes no cafeeiro, sobre a população do bicho-mineiro. Eles observaram uma interação significativa e positiva entre a predação e o aumento da diversificação. A adoção de sistemas conservacionistas e a consorciação de culturas também é uma prática importante para aumentar a quantidade e diversidade desses insetos (ALTIERI et al., 1990).

A ação dos inimigos naturais sobre a praga contribui para a manutenção da população do inseto abaixo do nível de dano econômico. Apesar de ser intenso o número de casos de parasitismos nas lagartas de bicho mineiro, sua eficiência é menor que aquela proporcionada pela ação de insetos predadores. Segundo Souza e Reis (2000) em Minas Gerais, o controle biológico do bicho mineiro por predadores ocorre principalmente por vespas sociais, podendo chegar a uma eficiência de 70%, enquanto o parasitismo, no Sul de Minas, apresenta cerca de 20% de eficiência no controle da praga (FERNANDES, 2013; MARQUES, 2017).

Cerca de 26 famílias de parasitoides são encontrados em cafeicultura com ao menos oito de importância na manutenção das pragas chave, sendo elas Braconidae, Bethyridae, Chalcididae, Eulophidae, Diapriidae, Figitidae, Monomachidae e Pteromalidae (FERREIRA et al., 2013; TOMAZELLA, 2016).

Das 28 espécies conhecidas de parasitoides do bicho-mineiro, 13 ocorrem no Brasil (REIS; SOUZA; VENZON, 2002), destacando-se as vespas das famílias Braconidae e Eulophidae (FERNANDES, 2013). A mortalidade do bicho-mineiro causada por parasitoides pode variar entre 10% e 27 % (LOMELI-FLORES; BARREIRA; BERNAL, 2009; REZENDE et al., 2014). Em Minas Gerais, estima-se que o controle biológico do bicho-mineiro por parasitoides seja em torno de 16 a 21 % (REIS; LIMA; SOUZA, 1975; FERNANDES, 2013; MARQUES, 2017).

Relacionado a *L. coffeella*, na região Neotropical, foram registrados 20 gêneros e 23 espécies de Eulophidae e seis gêneros e sete espécies de Braconidae (LOMELI-FLORES, 2007). No Brasil foram relatados os seguintes gêneros e espécies: *Centistidea striata* Pentead-Dias, 1999; *Colastes letifer* = *Stiropius letifer* (Mann, 1872); *Choreborogas* sp., *Eubadizon punctatus* Ratzeburg, 1852; *Mirax insularis* Muesebeck, 1937; *Mirax* sp., *Orgilus niger* Pentead-Dias, 1999 e *Stiropius reticulatus* Pentead-Dias, 1999 entre os braconídeos. Os microhimenópteros da família Eulophidae relatados no país são: *Cirrospilus* sp., *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1913; *Eulophus cemiostomastis* Mann, 1872; *Horismenus aenicollis* Ashmead, 1904; *Horismenus cupreus* (Ashmead, 1894); *Horismenus* sp., *Proacrias coffeae*

Ihering, 1914; *Tetrastichus* sp., e *Ionympha* sp. como nova espécie relacionada a *L. coffeella*. Essas espécies foram coletadas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, sendo que algumas espécies foram ausentes em determinados estados (MENDES, 1940; VILLACORTA, 1975; PARRA et al., 1977; SOUZA, 1979; CARNEIRO FILHO; GUIMARÃES, 1984; AVILÉS, 1991; REIS; SOUZA, 2002; PERIOTO et al., 2004; MIRANDA, 2009; PERIOTO et al., 2009; MARQUES, 2017).

Existem diversos organismos com potencial para regular a broca-do-café (VEGA et al., 2009). São conhecidos parasitoides, predadores, nematoides e fungos entomopatogênicos. Dentre os parasitoides se destacam , as espécies *Prorops nasuta* (Waterston, 1923) (Hymenoptera, Bethylidae) e *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethylidae), os quais são ectoparasitoides solitários de larvas, pré-pupas e pupas; *Heterospillus coffeicola* Schimideknecht, 1924 (Hymenoptera: Braconidae), uma vespa de vida livre que deposita o ovo junto a ovos agrupados de *H. hampei*, predando-os ao eclodir; e *Phymastichus coffea* LaSalle, 1990 (Hymenoptera: Eulophidae), um endoparasitoide gregário que ataca os adultos da broca durante a etapa de perfuração do fruto (HANSON; GAULD, 2006; RODRÍGUEZ DEL BOSQUE; ARREDONDO BERNAL, 2007).

Outras espécies parasitoides relatadas atacando a broca-do-café são: *Cryptoxilos* sp. (Braconidae) e *Cephalonomia hyalinipennis* Ashmed (Bethylidae) (PÉREZ-LÁUCHAUD, 1998; VEGA et al., 2009). No Brasil a espécie *C. hyalinipennis* foi registrada no Estado de São Paulo (BENASSI; BUSOLI, 2006).

A vespa de Uganda, *P. nasuta*, foi introduzida no Brasil em 1929, com as primeiras liberações no estado de São Paulo, em 1930 foi encontrada em dez municípios paulistas. Em coletas realizadas no Brasil, foi observada a ocorrência desse inimigo natural em diferentes regiões produtoras, em São Paulo (BENASSI; BUSOLI, 2006), Paraná (CARNEIRO FILHO, 1984), Espírito Santo (BENASSI, 2007) e em Minas Gerais nos municípios de Viçosa em 1980, São João de Manhuaçu e Lavras em 1990 (FERREIRA,1980; FERREIRA; BUENO, 1995).

A vespa da Costa do Marfim, *C. stephanoderis*, em 1994 foi introduzida no Espírito Santo para controle da broca-do-café, e foi constatada sua ocorrência natural em cafezais de Rondônia (SOUZA et al., 2006) e São Paulo (BENASSI; BUSOLI, 2006).

Formigas são predadoras generalistas e podem ter um importante papel no controle natural da broca do café, outro predador são tripes que predam ovos e larvas dessa praga. Além desses alguns nematoides entomopatogênicos que infectam a broca já foram registrados. No

entanto, ainda são poucos os estudos a respeito da viabilidade desses organismos como agentes de controle da broca-do-café (VENZON et al., 2014).

Segundo Alves (1998), Bustillo et al. (1999) e Bernal et al. (1994), os fungos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Verticillium lecanii* ocorrem naturalmente nas lavouras de café, atingindo a broca-do-café, as cochonilhas, o bicho-mineiro e as cigarras, sendo considerados portanto, importantes agentes de controle biológico dessas pragas. Além dos fungos, e algumas espécies de nematoides entomopatogênicos têm merecido a atenção de vários pesquisadores por seu potencial no controle de algumas pragas do cafeeiro.

Neste sentido, objetivou-se acompanhar a flutuação populacional, predação e parasitismo do bicho-mineiro e da broca do cafeeiro em áreas convencionais com diferentes vegetações de entorno, adjacentes ao cultivo cafeeiro, bem como a ação de inimigos naturais, correlacionado a fatores climáticos. Também foi determinada a abundância, riqueza, diversidade de himenópteros parasitoides, e foi avaliada a influência da vegetação de entorno sobre a composição da comunidade desses insetos em sistemas agrícolas. Outro objetivo foi avaliar nessas áreas a emergência de parasitoides da broca do café.

REFERÊNCIAS

- ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Exportação Brasileira de Café**, 2015. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49#84>> Acesso em: 07 mar. 2017.
- ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Exportação Brasileira de Café em Grãos**, 2015. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49#85>> Acesso em: 07 mar. 2017.
- ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Produção Mundial - Principais Países Produtores**, 2015. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=48#2810>> Acesso em: 07 mar. 2017.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SANTOS, C. M. A.; RESENDE, A. L. S.; SOUZA, S. A. S.; COSTA, J. R.; RICCI, M. S. F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24). Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/bot024.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2014.
- ALMEIDA, S.; LOUZADA, J.; SPERBER, C.; BARLOW, J. Subtle land-use change and tropical biodiversity: dung beetle communities in Cerrado grasslands and exotic pastures. **Biotropica**, v.43, p.704-710, 2011.
- ALTIERI, M. A. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems**. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.74, n1/3, p.19-31, 1999.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- ALTIERI, M.A.; GLASER, D.L.; SCHMIDT, L.L. Diversification of agroecosystems for insect pest regulation: experiments with collards. In: Gliessman, S.R. (Ed.) **Agroecology, researching the ecological basis for sustainable agriculture**. New York: Springer-Verlag, p.70-82, 1990.
- ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos, p. 289-381. In S.B. Alves (ed.), **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba, FEALQ, 1998. 1163p.
- AMARAL, D. S.; VENZON, M.; PALLINI, A.; LIMA, P.C.; SOUZA, O. A Diversificação da vegetação reduz o ataque o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.36, p.561-586, 1991.

AVILÉS, D.P. **Avaliação das populações do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonitiidae) e de seus parasitóides e predadores: metodologia de estudo e flutuação populacional.** 1991. 126 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

BARBOSA, P. **Consevation biological control.** San Diego: Academic Press, 1988. 396p.

BAXTER, S. M. Windbreaks. Pinner: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. UK, 1979.

BENASSI, V.L.R.M. **Biologia em diferentes temperaturas e ocorrência de *Prorops nasuta* Wat. e *Cephalonomia stephanoderis* Betr. (Hymenoptera: Bethyridae) parasitando *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae),** 2007. 90 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

BENASSI, V.L.R.M.; BUSOLI, A. C. Levantamento de parasitóides da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 32., 2006. Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: Procafé, 2006.

BERNAL, M. G., BUSTILLO, A. E., POSADA, Y. F. J. Virulencia de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*. **Revista Colombiana de Entomologia** 20:225-228. 1994.

BENNETT, A.B.; GRATTON, C. Measuring natural pest suppression at diferente spatial scales affects the importance of local variables. **Environ. Entomol.**, v.41, p.1077–1085, 2012.

BIGHETTI, H. CANAL RURAL. **Pragas do Café,** 2017. Disponível em:< <http://www.canalrural.com.br/noticias/cafe-forte/broca-afeta-producao-cafe-sul-minas-68605>> Acesso em: 31 out. 2017.

BORBÓN MARTÍNEZ, O.; MORA-ALFARO, A.C.O.; GONZALES, L.M. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 19., 2000, San Jose (Costa Rica,). **Anais...** San José (Costa Rica): IICA-Promecafe, 2000. p.341-348.

BRASIL, 2014. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria no 188 de 12 de março de 2014. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 mar. 2014. Seção 1. <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=1&pagina=5&data=13/03/2014&captchafield=firistAccess> (Acessado em 20.04.14).

BRASIL, 2015. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portarias no 11 e 12 de 23 de janeiro de 2015. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 26 jan. 2015. Seção 1. <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=1&pagina=2&data=26/01/2015&captchafield=firistAccess> (Acessado em 12.03.15).

- BRUN, L. O., MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V.; SUCKLING, D.M. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, p.1311- 1316, 1989.
- BRUN, L. O.; MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V. Cross resistance between insecticides in coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from New Caledonia. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v.84, p.175-178, 1994.
- BUSTILLO, A.E. P. et al. Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallien coffee berries. **Florida Entomologist** 82(4) December, 1999.
- CADOTTE, M.W., CARSCADDEN, K. & MIROTCHNICK, N. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. **Journal of Applied Ecology**, v.48, p.1079-1087, 2011.
- CARNEIRO FILHO, F.; GUIMARÃES, P.M. Ocorrência de microhimenópteros parasitos de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) – em três regiões do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Anais...** Londrina: CBPC, 1984. p.115-116.
- CECAFÉ. CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **Relatório mensal, dezembro/2019**. São Paulo, 2019. 23p.
- CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering pre montane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 43, n. 1, p. 18-27, 2006.
- CHAPLIN-KRAMER, R.; KREMEN, C. Pest control experiments show benefits of complexity at landscape and local scales. **Ecol. Appl.**, v. 22, p.1936–1948, 2012.
- CHIVERTON, P. A.; SOTHERTON, N. W. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crops edges. **Journal of Applied Ecology** v.28, p.1027-1039, 1991.
- CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee agronomy**. Barking: Elsevier,1985. 334 p.
- COELHO, M.J.H. **Café do Brasil: o sabor amargo da crise**. Florianópolis: Osfam, 2002. 58 p.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café, primeiro levantamento, janeiro/2020**. Brasília, 2020. 62 p.
- CONCEIÇÃO, C. H. C. **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica**. 2005. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2005.
- D'ANTÔNIO, A. M. Café. A descoberta da mosca das raízes. **Correio Agrícola**, v. 2, p. 8–9, 1991.

DAMON, A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin Entomological Research**, Farnham Royal, v.90, p.453-465, 2000.

DIAS, N. S. et al. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008.

ECOLE, C.C.; SILVA, R.A.; LOUZADA, J.N.C.; MORAIS, J.C.; BARBOSA, L.R.; AMBROGI, B.G. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.2, p.318-324, 2002.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v.46, n.4, p.387-400, 2001.

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE. **Análise de aspectos da produção e mercado do café**, 2019. Disponível em: <
https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/223/1/2019_CDS_106.pdf>
Acesso em: 27 mar. 2020.

FERNANDES, L.G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2013. 199 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FERREIRA, A. J. Observações sobre a ocorrência da vespa de Uganda *Prorops nasuta* Waterston em lavouras da Zona da Mata, infestadas pela broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 8., 1980, Campos do Jordao (Brasil), **Resumos...** Campos do Jordao: IBC, 1980. p. 194-196.

FERREIRA, A. J.; BUENO, V. H. P. Ocorrencia da vespa de Uganda, *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyilidae) na região de Lavras-MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, p.226-227, 1995.

FERREIRA, F. Z.; SILVEIRA, L. C. P.; HARO, M. M. Families of Hymenoptera parasitoids in Organic coffee cultivation in Santo Antonio do Amparo, MG, Brazil. **Coffee Science**, v. 8, p. 1-4, 2013.

FORMAN, R. T. T.; GODRON. Patches and structural components for a landscape ecology. **Bioscience**, v.31, p.733-40, 1981.

FORMAN, R.T.T.; GODRON. *Landscape Ecology*. New York: JohnWiley & Sons, Inc, 1986.

GARDNER, T.A., BARLOW, J., CHAZDON, R., EWERS, R.M., HARVEY, C.A., PERES, C.A. & SODHI, N.S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology Letters**, v.12, p.561-582, 2009.

GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; LUNA, J.M. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, v.4, n.2, p.107-116, 2003.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera de la Región Neotropical**. Memoirs of the American entomological Institute. Gainesville: FL, 2006. 994p.

JONSEN, I. D.; FAHRIG, L. Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. **Landscape Ecology**, v. 12, n. 3, p. 185–197, 1997.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, London, v. 270, n. 1518, p. 955-961, 2003.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecol. Lett.** 8, 468–479, 2005

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review Entomologie**, Palo Alto, v.45, n.1, p.175-201, 2000.

LANDIS, D.A., GARDINER, M.M., VAN DER WERF, W., SWINTON, S.M. Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. **Proc. Natl. Acad. Sci**, U. S. A. 105, 20552–20557, 2008.

LEITE, G.L.D.; OLIVEIRA, I.R.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Comportamento de predação de *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae) em mostarda. **Agro Ciencia**, Concepcion, Chile, v.17, n. 1, p.11-19, 2001.

LEVINS, R.; WILSON, M. Ecological theory and pest management. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p.7-29, 1979.

LOMELI-FLORES, J. R. **Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, Mexico**. 2007. 203 p. (Doctor of Philosophy) - Texas A&M University, Texas, 2007.

LOMELI-FLORES, J. R.; BARRERA, J. F.; BERNAL, J. S. Impact of natural enemies on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics in Chiapas, México. **Biological Control**, San Diego, v. 51, n. 1, p. 51-60, 2009.

LUPPI, A. S. L.; MACHADO, T. C. **Manejo integrado da broca e bicho mineiro na cultura do café**. Espírito Santo, ES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/manejo-da-broca-e-bicho-mineiro-pdf-a91389.html>>. Acesso em: 16 set. 2015.

MACFADYEN et al. Early-season movement dynamics of phytophagous pest and natural enemies across a native vegetation-crop ecotone. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.200, p.110-118, 2015.

MACHADO, J. L.; SILVA, R. A.; SOUZA, J. C. de; FIGUEIREDO, U. J.; CARVALHO, T. A. F; MATOS, C. S. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

MAPA. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cafeicultura Brasileira**, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>> Acesso em: 07 mar. 2017.

MAPA. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cafeicultura Brasileira**, 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>> Acesso em: 27 mar. 2018.

MARQUES, K. B. S. C. **Infestação e parasitismo de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) em cafeeiros em transição agroecológica**. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2017.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, Edição 2010. 542 p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações** ed. 2015. 1 ed., São Paulo: Futurama Editora 2015, 585p.

MENDES, L.O.T. Os parasitas do “bicho-mineiro das folhas de café”. **Revista do Instituto de Café**, Campinas, v.26, n.155, p.6-11, 1940.

MIRANDA, N.F. **Parasitóides (Hym., Eulophidae) de bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lep., Lyonetiidae)**. 2009. 44 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. **Conservation Biology**, v.13, p. 11-21, 1999.

NEVES, P. M. O. J.; HIROSE, E. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, p. 77-82, 2005.

NEVES, P. M. O. J. Utilização de *Beauveria bassiana* no manejo da broca-do-café no Brasil. In: Manejo da broca-do-café. Workshop Internacional. IAPAR. **Anais...** Londrina. p. 233-248. 2007

NICHOLLS, C. I, M. P. PARELLA & M. A. ALTIERI. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. **Landscape Ecology**, Hague, v.16, p.133-146, 2001.

OLIVEIRA, C.M., AUAD, A.M., MENDES, S.M., FRIZZAS, M.R. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **J. Appl. Entomol**, v. 137, p. 1-15, 2013.

PAOLETTI, M. G. et al. Arthropods as bioindicators in agroecosystems of Jiang Han Plain, Qianjiang City, Hubei China. **Critical Reviews in Plant Sciences**, London, v. 18, n. 3, p. 457-465, 1999.

PARRA, J.R.P.; GONÇALVES, W.; GRAVENA, S.; MARCONATO, A.R. Parasitos e predadores do bicho-mineiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) em São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.6, n.1, p.138-143, 1977.

PEDINI, S. A produção de café orgânico. In: WORKSHOP SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA O CULTIVO DO CAFÉ, 1., 2000, Machado. **Anais...** Machado: EMBRAPA Café, 2000. p. 11-12.

PEREIRA, E.G. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica***. 2002. 50 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PÉREZ-LACHAUD, G. A new bethylid attacking the coffee berry borer in Chiapas (México) and some notes on its biology. **Southwestern Entomologist**, Texas, v. 23, n. 3, p. 287-288, 1998.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; HANSON, P.; CARTIN, V. Arthropod diversity loss and the transformation of a tropical agroecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v.6, p. 935-945, 1997.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; MIRANDA, N.F.; FERNANDES, D.R.R.; MARTINELLI, N.M.; COSTA, V.A. Uma nova espécie de *Ionympha* (Hymenoptera, Eulophidae), primeiro registro do gênero para o Brasil e de seu parasitismo sobre *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2009., Bento Gonçalves. **Anais...** Londrina: SEB, 2009. 1 CD-ROM.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SELEGATTO, A.; LUCIANO, E.S. Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, n.11, p.41-44, 2004.

PIERRE, L.S.R. **Níveis populacionais de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) e a ocorrência de seus parasitoides em sistemas de produção de café orgânico e convencional**. 2011. 98p. Tese (Doutorado em Ciências/Entomologia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2011.

RABB, R. L. A sharp focus on insect populations and pest management from a wide area view. **Bulletin of the Entomological Society of America**, v.24, p. 55-60, 1978.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v.23, n.214/215, p.83-99, 2002.

REIS, P. R. Broca-do-café: conheça os métodos para eliminar a ameaça. **Cultivar**, Pelotas, v.38, p.10-13, 2002.

REIS, P. R. et al. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, 2010. p. 573-688.

REIS, P. R.; LIMA, J. O. G.; SOUZA, J.C. Flutuação populacional do Bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera- Lyonetiidae) nas regiões cafeeiras do Estado de Minas Gerais e identificação de inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 3., Curitiba, **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1975. p.217-218.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; MELLES, C. C. A. Pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 109, p. 3-57, 1984.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Insetos na folha. **Cultivar**, Pelotas – RS, v.4, n.38, p. 30-33, 2002.

REZENDE, M.Q.; VENZON, M.; PERES A.L.; Cardoso I.M.; Janssen A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.188, p.198-203, 2014.

RICKETTS, T. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. **Conservation Biology**, London, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2004.

RODRÍGUEZ DEL BOSQUEZ, L. A.; ARREDONDO BERNAL, H. C. **Teoría y aplicación de control biológico**. Ciudad del México: Sociedade Mexicana de Control Biológico, 2007. 303 p.

RUFINO, J.L. Por um planejamento estratégico para o café. **Revista SEBRAE**, Rio de Janeiro, v.5, n.9, p.86-95, 2003.

RUSCH, A.; VALANTIN-MORISON, M.; SARTHOU, J.P.; ROGER-ESTRADE, J.P. Biological control of insect pests in agroecosystems: effects of crop management, farming systems and semi-natural habitats at the landscape scale. **A review. Adv. Agron.** 109, 219–260, 2010.

RUSCH, A. et al. Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.221, p.198-204, 2016.

SANTOS, P. S.; PÉREZ-MALUF, R. Diversidade de himenpteros parasitides em áreas de mata de cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA. **Magistra**, v. 24, p. 84–90, 2012.

SILVA, R.A.; SOUZA, J. C. de.; REIS, P.R.; CARVALHO, T.A.F. de.; ALVES, J.P. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; SILVA, R. A. Como conviver com a mosca-da-raiz em lavoura de café. **Circular Técnica**, n. 5, ago. 2007.

SOUZA, J. C. de; SILVA, R. A.; CUOZZO, M. D.; PEREIRA, A. B. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 23-32. 2014.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Pragas do cafeeiro: reconhecimento e controle**. Viçosa, MG: CTP, 2000. 54 p.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. RIGITANO, R. L. de O. **Bicho mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado**. 2 ed., Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48 p. (EPAMIG, Boletim Técnico, 54).

SOUZA, J.C. de.; REIS, P.R. **Broca-do-café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle**. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 40p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 50).

SOUZA, J.C. **Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do “bicho-mineiro” das folhas do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (GuérinMèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Estado de Minas Gerais**. 1979. 90 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

SOUZA, M. S.; TEIXEIRA, C. A. D.; AZEVEDO, C. O.; COSTA, V.A.; COSTA, J. N. M. Ocorrência de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) em cafezais da Amazônia Brasileira. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, p. 560-562, 2006.

TSCHARNTKE, T.; BOMMARCO, R.; CLOUGH, Y.; CRIST, T.O.; KLEIJN, D.; RAND, T.A.; TYLIANAKIS, J. M.; NOUHUYS, S.; VAN VIDAL, S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. **Biol. Control**, v. 43, 294–309, 2007.

THEODORO, V. C. A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 214 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

THOMAS, M. B., S. D. WRATTEN & N. W. SOTHERTON. Creation of ‘island’ habitats on farm land to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. **Journal of Applied Ecology**, v.28, p. 906-917, 1991.

THOMSON, L.J., HOFFMANN, A.A. Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. **Biol. Control**, v.64, p.57–65, 2013.

TOMAZELLA, V. B. **Diversidade de inimigos naturais em cafezais sombreados**. 2016. 69p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2016.

TSCHUMI, M.; ALBRECHT, M.; ENTLING, M.H.; JACOT, K. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. **Proc. R. Soc. B** 282, 20151369, 2015.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 20, p. 171-97, 1989.

TURNER, M. G. Landscape ecology in North America: past, present, and future. **Ecology**, v. 86, p. 1967-74, 2005.

VÁZQUEZ, L.: **Compendio de buenas prácticas agroecológicas en manejo de plagas**. Primera Edición. Editora Agroecológica, La Habana, Cuba. 2014, 328 p.

VENZON, M.; REZENDE, M. Q.; CRUZ, F. A. R.; MATOS, M. C. B.; OLIVEIRA, J. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 67-75. 2014.

VENZON, M.; SUJII E.R. Controle biológico conservativo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p.7-16, 2009.

VILLACORTA, A. Alguns fatores que afetam a população de *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GEARC, 1975. p.86.

ZANATTA, M. **Endossulfan: proibição seria uma disputa comercial? Disponível em: <http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=26611>**, Acessado em 11/11/15. 20015.

ZONNEVELD, I. S.; FORMAN, R. T. **Changing landscapes: an ecological perspective**. Springer-Verlag, New York. 1989, 286p.

ZONNEVELD, I.S. *Land Evaluation and Land(scape) Science*. Enschede, The Netherlands: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1972.

CAPÍTULO 2

INFESTAÇÃO, PREDACÃO E PARASITISMO DO BICHO MINEIRO EM CAFEIROS COM DIFERENTES VEGETAÇÕES DE ENTORNO

RESUMO

O bicho-mineiro-do-cafeeiro (*Leucoptera coffeella*), é uma praga-chave da cultura, ocasionando grandes perdas econômicas. O seu controle por inimigos naturais é um serviço ecossistêmico valioso para a agricultura. Para que estratégias mais sustentáveis de manejo de pragas possam ser construídas, é necessário levar em consideração a paisagem agrícola e compreender como suas características podem facilitar ou impedir o movimento de pragas e inimigos naturais. O objetivo deste trabalho foi acompanhar a flutuação populacional e a infestação do bicho-mineiro do cafeeiro, bem como a ação de vespas predadoras e de parasitoides no seu controle. Também foi verificada a abundância, riqueza, diversidade, flutuação populacional e o índice de parasitismo do bicho-mineiro em cafezais convencionais com diferentes vegetações de entorno. Foram amostrados cinco talhões de café, um de cafeeiro em monocultura, e os outros com diferentes vegetações de entorno: cedro australiano, pastagem e fragmento florestal, totalizando uma área de 7 ha no município de Coqueiral/MG, no período de dezembro de 2017 a outubro de 2019. Em cada talhão foram estabelecidos 20 pontos de amostragem e foram observadas cinco folhas. A porcentagem de infestação foi determinada e a predação foi avaliada por meio dos sinais da atividade das vespas predadoras sobre as minas encontradas. Foram coletadas aleatoriamente 20 folhas com minas intactas em cada talhão, coletando-se os parasitoides emergidos e calculado o índice de parasitismo. Foram coletados 392 himenópteros parasitoides, sendo 204 braconídeos e 190 eulofídeos, pertencentes a dois e cinco táxons diferentes respectivamente. Houve maior riqueza de Eulophidae (cinco espécies) em relação a Braconidae (duas espécies), as espécies mais abundantes foram *Stiropius reticulatus*, *Orgilus niger* (Hymenoptera: Braconidae) e *Proacrias coffeae* (Hymenoptera: Eulophidae), em relação a diversidade não houve diferenças significativas. Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que cafeeiros convencionais com diferentes vegetações de entorno e em monocultivo são ambientes favoráveis para ocorrência de himenópteros parasitoides do bicho-mineiro do cafeeiro, e que a ação das vespas predadoras e parasitoides contribuiu para a população do BM não ter causado danos econômicos. Além disso, em ambientes com baixa predação intraguilda, parasitoides do bicho-mineiro podem atingir taxas maiores de parasitismo.

Palavras chave: *Coffea arabica*, *Leucoptera coffeella*, Vespas

ABSTRACT

The leaf miner (*Leucoptera coffeella*), is a key crop pest, causing great economic losses. Its control by natural enemies is a valuable ecosystem service for agriculture. In order for more sustainable pest management strategies to be built, it is necessary to take into account the agricultural landscape and understand how its characteristics can facilitate or prevent the movement of pests and natural enemies. The objective of this study was to monitor the population fluctuation and the infestation of the coffee leaf miner, as well as the action of predatory wasps and parasitoids in its control. It was also verified the abundance, richness, diversity, population fluctuation and the parasitism index of the leaf miner in conventional coffee plantations with different surrounding vegetation. Five plots of coffee were sampled, one of coffee in monoculture, and the others with different surrounding vegetation: australian cedar, pasture and forest fragment, totaling an area of 7 ha in the municipality of Coqueiral / MG, in the period from december 2017 to october 2019. In each plot, 20 sampling points were established and five leaves were observed. The percentage of infestation was determined and predation was assessed using signs of the activity of predatory wasps on the mines found. Twenty leaves were collected at random with intact mines in each plot, collecting the emerged parasitoids and calculating the parasitism index. 392 hymenopteran parasitoids were collected, with 204 braconids and 190 eulophids, belonging to two and five different taxa, respectively. There was a greater richness of Eulophidae (five species) in relation to Braconidae (two species), the most abundant species were *Stiropius reticulatus*, *Orgilus niger* (Hymenoptera: Braconidae) and *Proacrias coffeae* (Hymenoptera: Eulophidae), in relation to diversity there were no significant differences. The results obtained in this study allow us to conclude that conventional coffee trees with different surrounding vegetation and in monoculture are favorable environments for the occurrence of hymenopteran parasitoids of the leaf miner, and that the action of predatory and parasitic wasps contributed to the leaf miner population caused economic damage. In addition, in environments with low intraguild predation, parasitoids of the leaf miner can reach higher rates of parasitism.

Keywords: *Coffea arabica*, *Leucoptera coffeella*, Wasps

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, o segundo maior consumidor do produto e a maior fonte mundial de cafés sustentáveis (MAPA, 2020). Minas Gerais concentra a maior produção, sendo o sul do Estado a maior região produtora de *Coffea arabica*. Em 2018, a safra brasileira atingiu números recordes em todo o histórico de produção (CONAB, 2019).

Em sistemas cafeeiros, é sabido que a diversificação vegetal, sendo antrópica ou natural, promove um significativo incremento da riqueza de espécies de inimigos naturais, especialmente de parasitoides das pragas do cafeeiro (PERIOTO et al., 2004; SANTOS; PÉREZ-MALUF, 2012; FERNANDES, 2013; FERREIRA et al., 2013)

Ainda há pouca compreensão de como a biodiversidade responde às mudanças na escala da paisagem e fluxos biológicos através de mosaicos de habitats remanescentes e áreas agrícolas (GARDNER et al., 2009; ALMEIDA et al., 2011).

Entretanto, houve um aumento recente do interesse da pesquisa global sobre a importância da diversidade funcional e seus vínculos com os processos do ecossistema (CADOTTE, CARSCADDEN e MIROTCHEVICH 2011). Compreender estas principais relações de função da biodiversidade e do ecossistema continua a ser fundamental para a avaliação da resiliência ecológica global dos sistemas modificados e da geração de recomendações cientificamente credíveis de melhores práticas.

A planta de café pode ser hospedeira de uma ampla gama de artrópodes, sendo considerada praga-chave da cultura o bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), ocasionando grandes perdas (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

Segundo Machado et al., (2014), a dinâmica populacional das pragas do cafeeiro varia em função das regiões de cultivo e também devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema. Os inimigos naturais, especialmente predadores e parasitoides, são importantes organismos que contribuem na regulação populacional desses insetos-praga em cafezais (SOUZA; REIS, 2000; FERNANDES, 2013).

Das 28 espécies conhecidas de parasitoides do bicho-mineiro, 13 ocorrem no Brasil (REIS; SOUZA; VENZON, 2002), destacando-se as vespas das famílias Braconidae e Eulophidae (FERNANDES, 2013). A mortalidade do bicho mineiro causada por parasitoides pode variar entre 10% e 27 % (LOMELI-FLORES; BARREIRA; BERNAL, 2009; REZENDE

et al., 2014; MARQUES, 2017). Muitos trabalhos indicam também as vespas predadoras como eficientes inimigos naturais de *L. coffeella*, sendo relatadas ocorrência de 11 espécies no Brasil (GRAVENA, 1992; PARRA et al., 1977; REIS; SOUZA; VENZON, 2002; AMARAL et al., 2010).

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi registrar a flutuação populacional do bicho-mineiro do cafeeiro em áreas convencionais com diferentes vegetações de entorno, bem como a ação de himenópteros predadores e parasitoides na sua regulação. Também foi determinada a abundância, riqueza, diversidade, flutuação populacional e o índice de parasitismo de parasitoides das famílias Braconidae e Eulophidae. A obtenção dessas informações propiciará uma contribuição ao conhecimento da dinâmica populacional do bicho-mineiro, bem como a atuação das vespas predadoras e microhimenópteros parasitoides, fornecendo-se assim bases para a recomendação do controle biológico por conservação na cafeicultura no Sul de Minas Gerais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na Fazenda Vista Longa (coordenadas 21°12'58.56"S; 45°22'35.00"O), município de Coqueiral/MG Brasil, em lavouras conduzidas sobre o sistema de cultivo convencional com diferentes vegetações de entorno, pertencentes a produtores da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ). Os levantamentos foram realizados em cinco áreas de cultivo de café convencional com diferentes vegetações de entorno por um período de dois anos. Conforme a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), essa cidade pertence à mesorregião do Sul e Sudoeste Mineiro. O município de Coqueiral está localizado na região sul de Minas Gerais, na micro-região do Baixo Sapucaí; faz divisa com os municípios de Boa Esperança, Santana da Vargem, Aguanil e Nepomuceno. Sua altitude está a 860 metros acima do nível do mar e sua excelente topografia é banhada pelas águas de Furnas. O clima tropical é de altitude, com temperatura média de 25 °C. A precipitação média é de 1500 mm ao ano e a umidade relativa do ar é de 70%. Esta região se caracteriza por ter como principal fonte de renda o plantio do café cultivado no sistema convencional, ou seja, monocultivo a pleno sol.

Foram cinco tratamentos em lavouras conduzidas sobre o sistema de cultivo convencional com diferentes tipos de vegetação de entorno, sendo: a) uma com cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) (Sapindales: Meliaceae) apresentando 10 anos de idade e espaçamento 3 x 2m, adjacente ao cultivo cafeeiro (Cedro 1); b) uma área de cedro com 5 anos de idade com função de quebra vento, composta por duas linhas de plantio de cedro de cada lado do talhão de café (Cedro 2); c) uma de fragmento florestal estacional semidecidual com mata nativa (Fragmento); d) uma de pastagem (*Brachiaria* Trin. Griseb) (Poales: Poaceae) (Pastagem), e e) uma de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) (Gentianales: Rubiaceae) em monocultura, sem vegetação de entorno adjacente (Café) que serviu de testemunha.

2.1 Amostragens

As amostragens da incidência, predação e parasitismo do bicho-mineiro, e das populações de himenópteros parasitoides foram realizadas mensalmente no período de dezembro de 2017 a outubro de 2019, nos sistemas de cultivo convencional com as vegetações de entorno.

2.1.1 Amostragem da Incidência e Predação do Bicho-mineiro

A ocorrência do bicho-mineiro do cafeeiro foi verificada em função da porcentagem de folhas minadas, por meio de planilha de campo. Foram estabelecidos 20 pontos de amostragem em cada sistema convencional/entorno e em cada ponto foram avaliadas, ao acaso, cinco folhas/ planta do 3º ou 4º par, no terço médio das plantas. A porcentagem de infestação foi determinada a partir da fórmula: % infestação = (número de folhas minadas/número total de folhas avaliadas) x 100. As rasgaduras nas lesões do bicho-mineiro, ocasionadas pelas vespas predadoras sobre a superfície superior ou inferior das folhas foram quantificadas, e a predação foi determinada pela fórmula: % predação = (número de folhas minadas/número total de folhas predadas) x 100 (REIS; SOUZA, 1998).

2.2.2 Amostragem das Populações de Himenópteros Parasitoides e Avaliação do Índice de Parasitismo

Foram coletadas aleatoriamente 20 folhas com minas intactas em cada talhão, retirando-se uma folha do 3º ou 4º par por planta, dos terços médio e superior. No laboratório, foram individualizadas em sacos plásticos tipo “zip lock” e mantidas no laboratório de Controle Biológico Conservativo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em condições ambientes, por um período de 40 dias, durante o qual os parasitoides emergidos foram coletados. Estes foram contabilizados e conservados em álcool 70% para identificação específica. O índice de parasitismo de *L. coffeella* foi determinado pela fórmula: % parasitismo = número de parasitoides x 100/número de minas intactas (MARQUES, 2017).

2.3 Registro Meteorológico

Foram registradas as médias pluviométricas, de temperatura e umidade relativa dos meses de dezembro de 2017 a outubro de 2019 (médias históricas), obtidas na Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ).

2.4 Análise Faunística e Estatística

Os dados dos diferentes sistemas de cultivo foram analisados. Foram determinados os índices riqueza de espécies (S) que é o número total de espécies e morfoespécies coletadas; índice de abundância segundo Lambshead, Platt e Shaw (1983), calculado a partir das médias de cada espécie por amostra; índice de diversidade (H') segundo Shannon (1948), que leva em consideração a uniformidade quantitativa de cada espécie em relação às demais; índice de similaridade calculado pela análise de Cluster (utilizando o índice de Bray-Curtis como medida de similaridade), segundo Pielou (1984), que indica quão semelhantes dois substratos podem ser com relação às espécies encontradas; análise não métrica multidimensional (*nonmetric multidimensional scaling* NMDS, segundo Hammer et al. 2001), que cria uma imagem dos grupos de tratamentos e suas distâncias de similaridade, e a análise de variância de similaridades (ANOSIM, segundo Clarke, 1993). Também foi realizada a análise de SIMPER (Porcentagem de Similaridade), que é um método simples para avaliar quais espécies são primariamente responsáveis pela dissimilaridade encontrada entre os grupos amostrados (CLARKE, 1993). Também foram feitas as curvas de acumulação de indivíduos e as curvas de rarefação (GOTELLI; COLWELL, 2001). Foram utilizados os softwares Past[®] (HAMMER; HARPER; RIAN, 2001) e EstimateS[®] (COLWELL, 2005) e Primer 6-Permanova+ [®] (CLARKE; GORLEY, 2015).

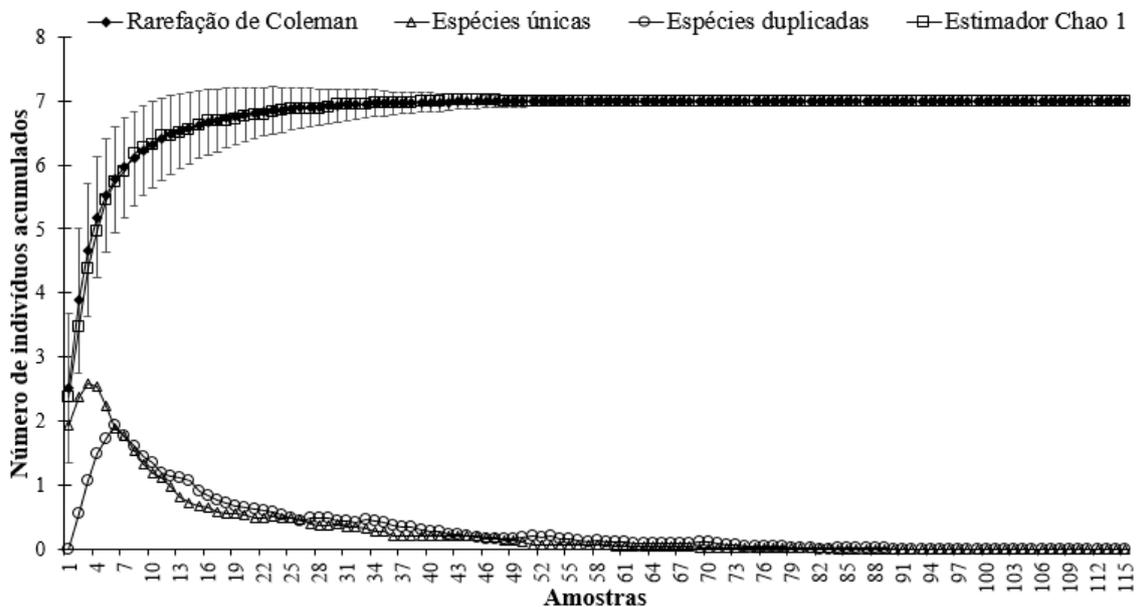
Com os dados de riqueza e abundância de espécies foram calculadas a curva acumulada de indivíduos, a curva do coletor (Coleman), a curva de espécies únicas e duplicadas e o estimador de riqueza Chao 1, que se baseia na riqueza e na abundância de espécies. Os índices de abundância, riqueza, diversidade H' , predação, parasitismo e de infestação, e bem como os dados dos principais táxons de parasitoides coletadas nos cinco tratamentos, foram avaliados quanto a distribuição normal dos dados e posteriormente submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias, e analisados pelo teste de Tukey e Ducan com valores de probabilidade exatos, ou Kruskal-Wallis no caso de não homogeneidade, utilizando o software Statistica[®] (STATSOFT, 2004)

3 RESULTADOS

Analisando-se as curvas de rarefação para os dados de todas as coletas verifica-se que ocorreu a estabilização da curva de Rarefação de Coleman, sobretudo porque as curvas de espécies únicas e duplicadas se encontram, indicando o esgotamento da presença de novos táxons nas áreas como um todo. Isso foi confirmado pelo estimador de riqueza Chao 1, que estimou 7 espécimes de parasitoides (FIGURA 1).

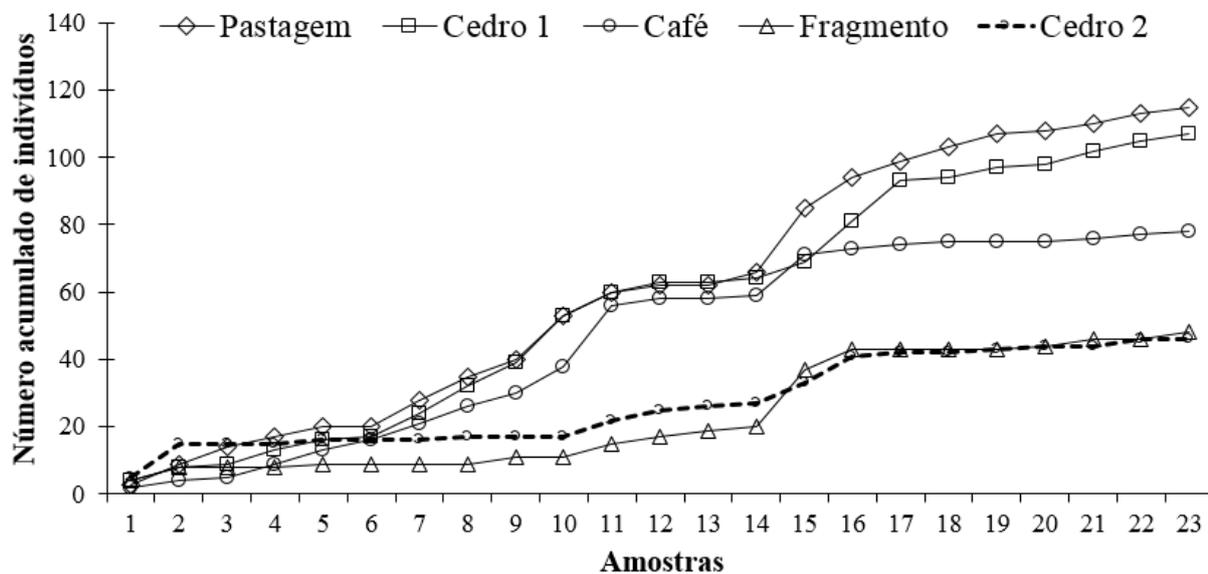
A curva de acumulação de indivíduos em cada sistema convencional/entorno (FIGURA 2) indicou maior acréscimo de indivíduos no início e com o decorrer das amostragens o acúmulo diminuiu, porém observaram-se diferenças nessa acumulação entre eles. Em ordem decrescente, acumularam mais indivíduos, de maneira mais rápida, os sistemas Pastagem, Cedro 1, Café, Fragmento, Cedro 2.

Figura 1 – Curvas de rarefação de espécies parasitoides coletadas nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Figura 2 – Curva de acumulação de indivíduos parasitoides coletados nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: com vegetação de entorno Pastagem, Cedro 1, Café, Fragmento e Cedro 2. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

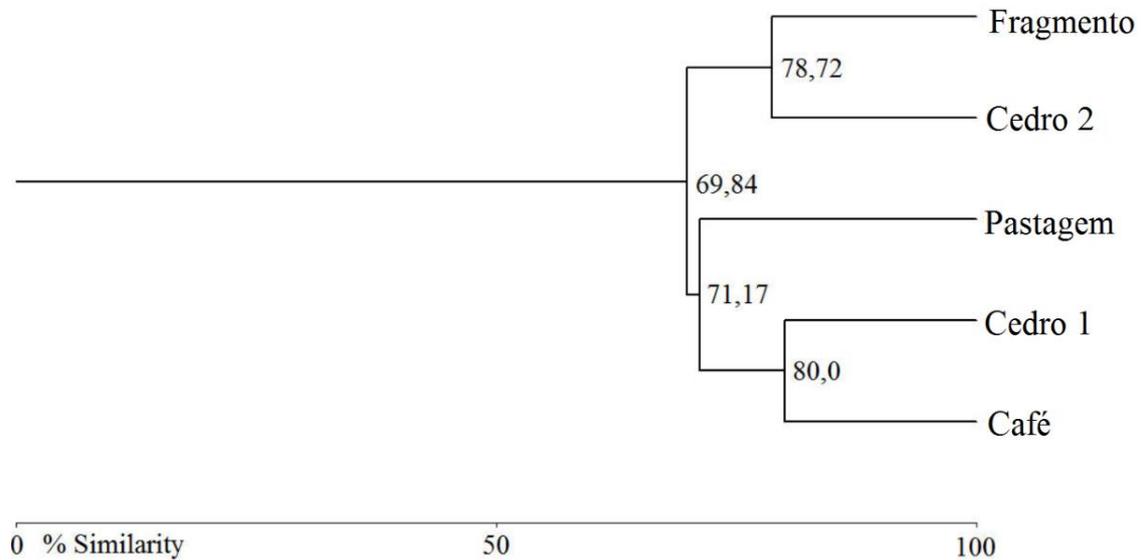


Fonte: Do Autor (2020)

Com relação à similaridade entre os sistemas, a análise de Cluster indicou semelhança de 80% entre o cultivo convencional com vegetação de entorno Cedro 1 e Café, entretanto o cultivo convencional com vegetação de entorno Pastagem apresenta 71,17% de similaridade entre os pares. Já o cultivo convencional com vegetação de entorno Fragmento e Cedro 2 possuem uma similaridade de 78,72% entre eles e uma menor similaridade de 69,84% entre os demais (FIGURA 3).

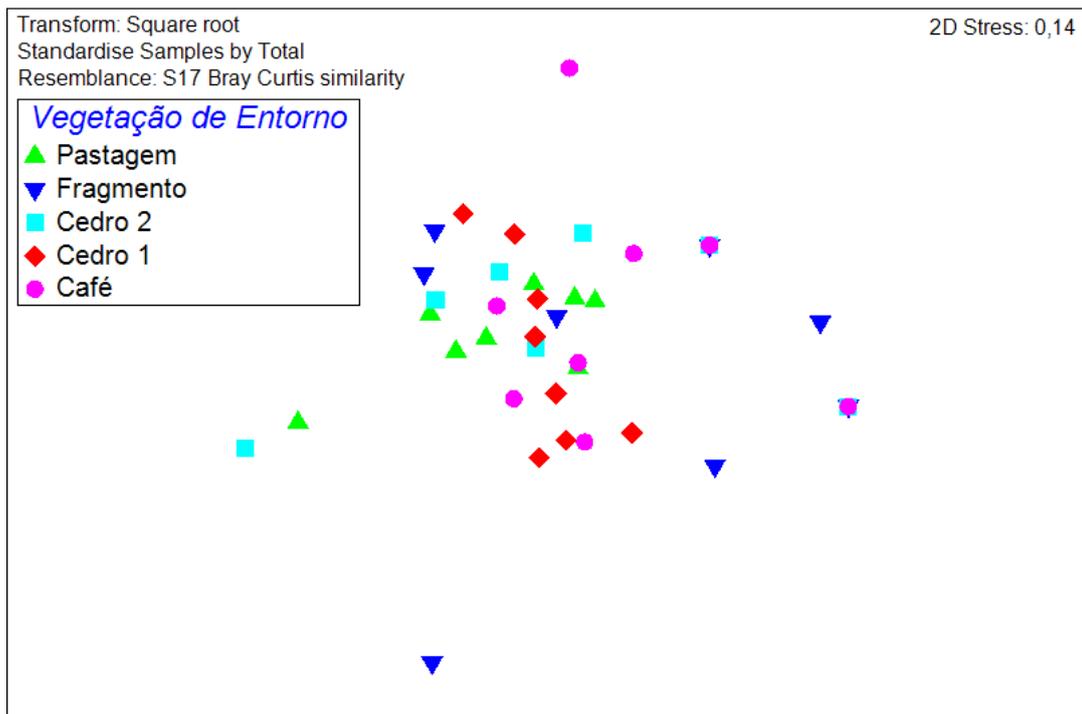
A análise de ordenação por escalonamento não-métrico (NMDS) sugere alto grau de similaridade entre os himenópteros parasitoides que habitam os sistemas (FIGURA 4), pois não mostrou possíveis agrupamentos entre a composição taxonômica dos diferentes tipos de vegetação de entorno do cafeeiro. O teste ANOSIM também não foi significativo, o que comprova o observado pela NMDS, não havendo diferença entre as de similaridade dos táxons coletados nos diferentes sistemas.

Figura 3 – Diagrama da análise de Cluster (índice de Bray-Curtis) indicando as similaridades nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno Pastagem, Cedro 1, Café, Fragmento e Cedro 2. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Figura 4 – Representação gráfica da ordenação por escalonamento não-métrico (NMDS) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, baseada nas abundâncias dos táxons de parasitoides presentes nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno Pastagem, Cedro 1, Café, Fragmento e Cedro 2. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Podemos observar na análise Simper de todos os tratamentos que há uma dissimilaridade geral de 65,14%, e as espécies que geram maior diferença são *S. reticulatus*, *O. niger* e *P. coffeae*, as três juntas contribuem 67,36%. Das 7 espécies coletadas, 4 delas contribuíram por 80% pela diferença entre os tratamentos (TABELA 1).

Tabela 1 – Porcentagem de similaridade (SIMPER) de todos os tratamentos com uma dissimilaridade geral de 65,14, mostrando contribuição média das espécies (C%), dissimilaridade média (AC%) e média em cada tratamento para as espécies Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

Taxon	C%	AC %	Pastagem	Fragmento	Cedro 2	Cedro 1	Café
<i>S.reticulatus</i>	23,97	23,97	5,13	1,25	1,75	2,75	1,88
<i>O.niger</i>	23,08	47,05	2,25	1,63	1,13	4,38	3,38
<i>P.coffeae</i>	20,30	67,36	2,13	1,5	2	2,75	1,5
<i>C. coffeellae</i>	12,64	79,99	1,25	0,375	0,375	1,88	1,5
<i>H. aeneicollis</i>	10,81	90,8	2,5	0,625	0,25	0,625	1,13
<i>C.neotropicus</i>	5,856	96,66	0,625	0,625	0,125	0,75	0,125
<i>C.sp2</i>	3,345	100	0,5	0	0,125	0,25	0,25

Fonte: Do Autor (2020)

Foram coletados 204 braconídeos e 190 eulofídeos, pertencentes a dois e cinco táxons diferentes respectivamente, listados a seguir: *Orgilus niger* Penteado-Dias, 1999, *Stiropius reticulatus* Penteado-Dias, 1999 (Braconidae); *Proacrias coffeae* Ihering, 1913, *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1914, *Horismenus aeneicollis* Ashmead, 1904 e *Cirrospilus neotropicus* e sp.2 (Eulophidae) (TABELA 2).

Houve maior riqueza de Eulophidae em relação a Braconidae, a abundância de Braconidae e Eulophidae foi representada respectivamente por 51,77% e 48,23% dos exemplares emergidos. De forma geral, em todos os sistemas analisados as espécies que foram mais abundantes foram *Orgilus niger*, *Stiropius reticulatus* e *Proacrias coffeae*, sendo que as outras espécies apresentaram menor abundância.

De uma maneira geral, a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides nos diferentes sistemas não foram significativamente diferentes (TABELA 2). Tanto os parasitoides da família Braconidae quanto os da Eulophidae tenderam ser mais abundantes nos cafeeiros com vegetação de entorno Pastagem e Cedro 1. Em relação a riqueza de espécies, foram coletados sete táxons de parasitoides nos cafeeiros com vegetação de entorno pastagem, Cedro 1, Café e Cedro 2, e seis táxons para o Fragmento. O cafeeiro com vegetação de entorno Pastagem apresentou maior índice de diversidade, porém sem diferenças significativas quando comparado aos demais.

Tabela 2 – Análise faunística das espécies de himenópteros parasitoides associados ao bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* em cafeeiros. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

Sistemas	Pastagem n.s		Cedro 1 n.s		Café n.s		Fragmento n.s		Cedro 2 n.s	
	Total	FR%	Total	FR%	Total	FR%	Total	FR%	Total	FR%
Táxons										
<i>Orgilus niger</i>	18	15,65	35	32,71	27	34,62	13	27,10	9	19,56
<i>Stiropius reticulatus</i>	41	35,65	22	20,56	15	19,23	10	20,83	14	30,43
<i>Cirrospilus neotropicus</i>	5	4,35	6	5,61	1	1,28	5	10,41	1	2,17
<i>Cirrospilus sp2</i>	4	3,48	2	1,87	2	2,56	0	0	1	2,17
<i>Closterocerus coffeellae</i>	10	8,70	15	14,02	12	15,38	3	6,25	3	6,52
<i>Horismenus aeneicollis</i>	20	17,39	5	4,67	9	11,54	5	10,41	2	4,37
<i>Proacrias coffeae</i>	17	14,78	22	20,56	12	15,39	12	25,00	16	34,78
ABUNDÂNCIA n.s	115	100,0	107	100,0	78	100,0	48	100,0	46	100,0
% RELATIVA n.s	29,18		27,16		19,80		12,18		11,68	
RIQUEZA n.s	7		7		7		6		7	
DIVERSIDADE H' n.s	1,71		1,67		1,65		1,67		1,52	

Fonte: Do Autor (2020).

n.s. Não significativo pelo teste de Tukey com 5% de significância

As porcentagens de infestação do bicho-mineiro-do-cafeeiro (%BMC) nos anos de 2018 e 2019 foram significativamente diferentes entre os cultivos com diferentes vegetações de entorno estudados (TABELA 3) enquanto a porcentagem de predação (%PRED) não foi diferente significativamente (TABELA 4). Já o parasitismo (%PAR) apresentou diferenças significativas no ano de 2018, e no ano de 2019 não apresentou diferenças significativas (TABELA 5).

No ano de 2018 a maior porcentagem média de infestação (%BMC) foi no cultivo cafeeiro em monocultivo 7,53%, e em 2019 no cafeeiro com vegetação de entorno fragmento 11,40%. A maior porcentagem média de predação (%PRED) em 2018 foi de 9,20% no cafeeiro em monocultivo e no ano de 2019 no cafeeiro com vegetação de entorno fragmento 10,20%, porém nos dois anos analisados não observou-se diferenças significativas entre os tratamentos. O parasitismo (PAR%) apresentou maior porcentagem média no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno cedro 1, 24,23% no ano de 2018 e no ano de 2019 foi no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno pastagem 26,50%.

Tabela 3 - Porcentagem média de infestação do bicho-mineiro (%BMC) em 2018 e 2019. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

Sistema/Entorno	%BMC (\pm EP)	
	2018	2019
Café	7,53 (\pm 1,13) a	5,00 (\pm 0,64) b
Pastagem	7,23 (\pm 0,98) a	9,20 (\pm 0,86) a
Cedro 1	7,07 (\pm 0,88) a	8,00 (\pm 1,15) ab
Cedro 2	4,23 (\pm 0,99) b	9,00 (\pm 1,27) a
Fragmento	3,38 (\pm 0,60) b	11,40 (\pm 1,22) a

Fonte: Do Autor (2020)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Duncan $p < 0.05$

Tabela 4 - Porcentagem média de predação (%PRED) do bicho-mineiro em 2018 e 2019. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

Sistema/Entorno	%PRED (\pm EP)	
	2018 n.s	2019 n.s
Café	9,20 (\pm 1,73)	0 (\pm 0)
Pastagem	3,69 (\pm 2,01)	4,40 (\pm 2,31)
Cedro 1	8,53 (\pm 3,17)	0 (\pm 0)
Cedro 2	2,23 (\pm 2,23)	3,90 (\pm 2,72)
Fragmento	1,53 (\pm 1,53)	10,20 (\pm 3,07)

Fonte: Do Autor (2020)

n.s Não significativo na coluna pelo teste de Kruskal-Wallis com $p < 0.05$

Tabela 5 - Porcentagem média de parasitismo (%PAR) do bicho-mineiro em 2018 e 2019. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

Sistema/Entorno	%PAR (\pm EP)	
	2018	2019 n.s
Café	22,30 (\pm 6,31) a	10,00 (\pm 5,62)
Pastagem	23,84 (\pm 4,94) a	26,50 (\pm 8,36)
Cedro 1	24,23 (\pm 5,21) a	22,00 (\pm 6,67)
Cedro 2	10,00 (\pm 4,19) ab	10,00 (\pm 4,34)
Fragmento	7,30 (\pm 2,30) b	14,50 (\pm 8,34)

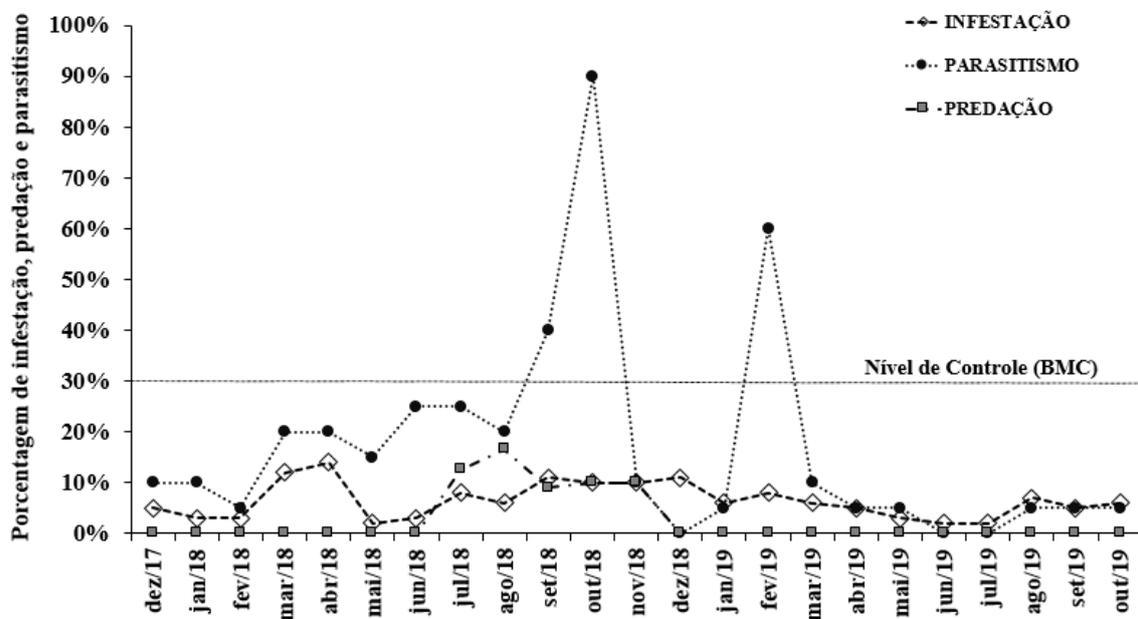
Fonte: Do Autor (2020)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Duncan $p < 0.05$

n.s Não significativo na coluna pelo teste de Kruskal-Wallis com $p < 0.05$

Os resultados evidenciaram que em todos os sistemas estudados o bicho-mineiro do cafeeiro ocorreu durante todo período de estudo, porém sem atingir o nível de controle (30%). O maior índice de infestação no monocultivo de café foi verificado nos meses de abril/2018 e setembro e dezembro/2018, atingindo os valores de 14% e 11%, os maiores índices de predação (13% e 17%) constatados nos meses de julho/2018 e agosto/2018, e os maiores índices de parasitismo (90% e 60%) foram constatados nos meses de outubro/2018 e fevereiro/2019, respectivamente (FIGURA 5).

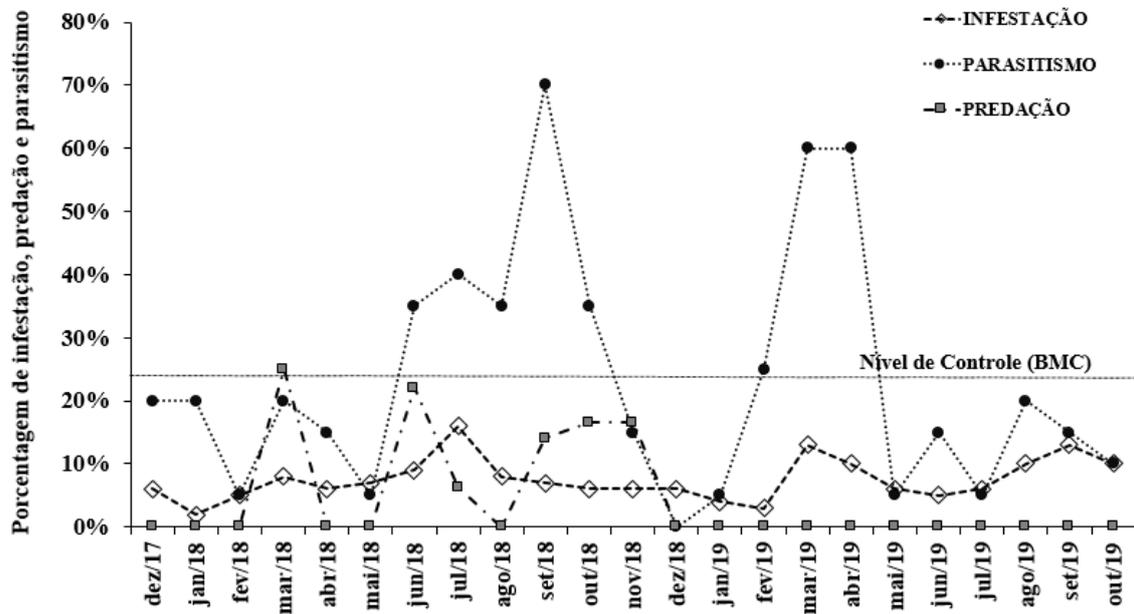
Figura 5 – Variação na porcentagem de infestação (%), predação (%) e parasitismo (%) do bicho-mineiro em relação ao nível de controle, no monocultivo café. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Já no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Cedro 1, o maior índice de infestação foi verificado nos meses de julho/2018 e março e setembro/2019, atingindo os valores de 16% e 13%; os maiores índices de predação (25% e 22%) foram constatados nos meses de março/2018 e junho/2018, e os maiores índices de parasitismo (70% e 60%) foram constatados nos meses de setembro/2018, março e abril/2019, respectivamente (FIGURA 6).

Figura 6 – Variação na porcentagem de infestação (%), predação (%) e parasitismo (%) do bicho-mineiro em relação ao nível de controle, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 1. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.

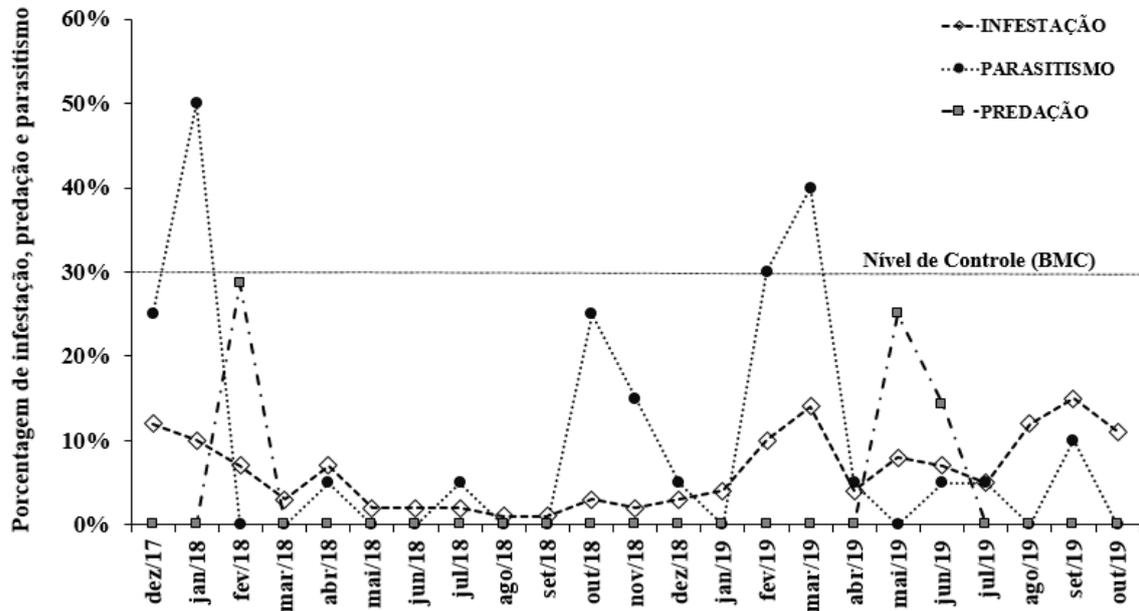


Fonte: Do Autor (2020)

No cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Cedro 2, o maior índice de infestação foi constatado nos meses de março/2019 e setembro/2019, atingindo os valores de 14% e 15%, os maiores índices de predação (29% e 25%) foram constatados nos meses de fevereiro/2018 e maio/2019, e os maiores índices de parasitismo (50% e 40%) foram verificados nos meses janeiro/2018 e março/2019, respectivamente (FIGURA 7).

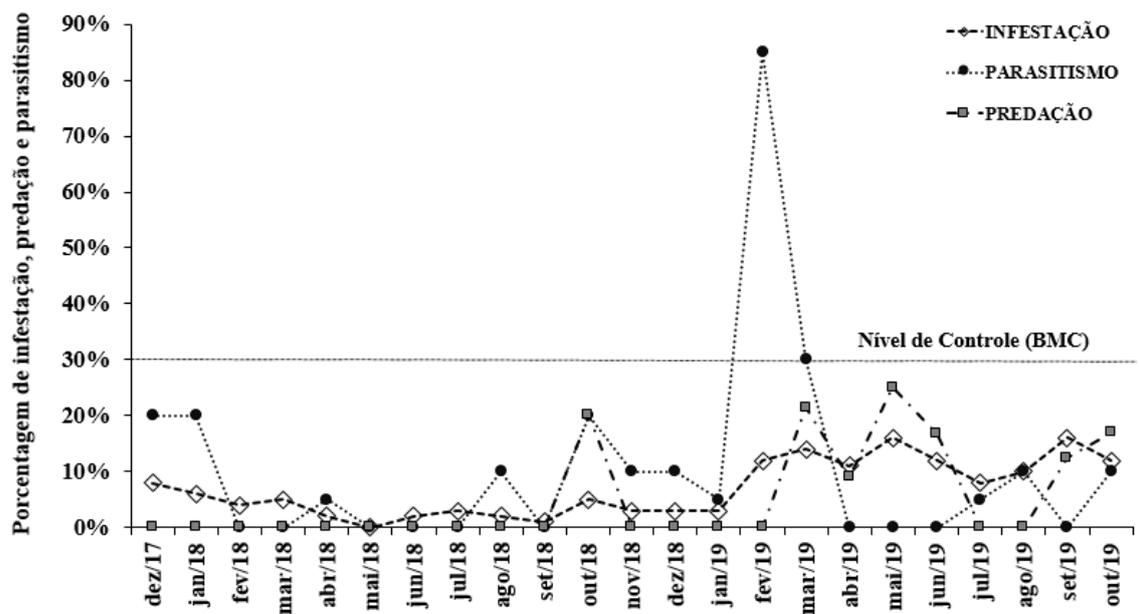
O cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Fragmento apresentou maior índice de infestação nos meses de março/2019 e maio e setembro/2019, atingindo os valores de 14% e 16%; os maiores índices de predação (21% e 25%) foram constatados nos meses de março/2019 e maio/2019, e os maiores índices de parasitismo (85% e 30%) foram constatados nos meses de fevereiro/2019 e março/2019 respectivamente (FIGURA 8).

Figura 7 - Variação na porcentagem de infestação (%), predação (%) e parasitismo (%) do bicho-mineiro em relação ao nível de controle, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 2. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

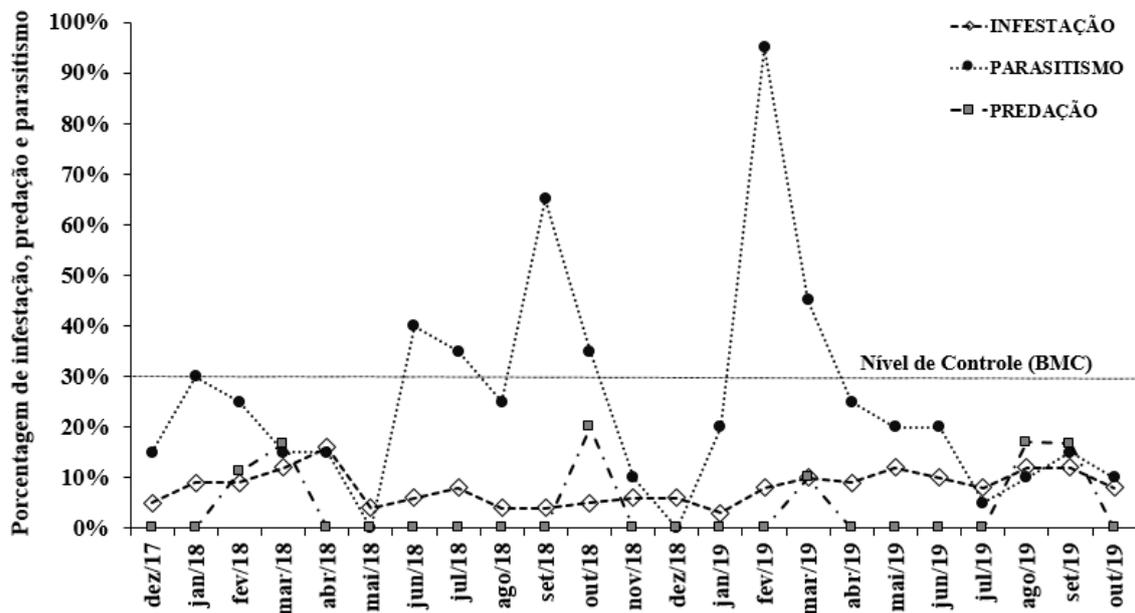
Figura 8 - Variação na porcentagem de infestação (%), predação (%) e parasitismo (%) do bicho-mineiro em relação ao nível de controle, no cultivos de café convencional com vegetação de entorno fragmento florestal. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

No cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Pastagem, o maior índice de infestação foi constatado nos meses de abril/2018 e agosto e setembro/2019, atingindo os valores de 16% e 12%, os maiores índices de predação (20% e 17%) foram constatados nos meses de outubro/2018 e agosto e setembro/2019, e os maiores índices de parasitismo (65% e 95%) foram verificados nos meses setembro/2018 e fevereiro/2019, respectivamente (FIGURA 9).

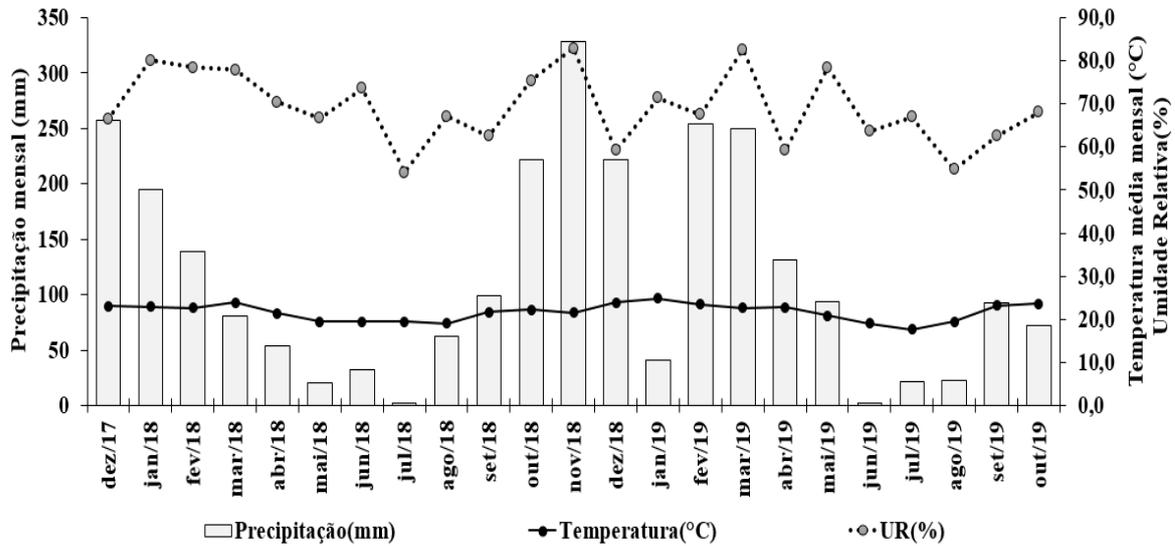
Figura 9 – Variação na porcentagem de infestação (%), predação (%) e parasitismo (%) do bicho-mineiro em relação ao nível de controle, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno pastagem. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Observando-se os dados climáticos em 2018 e 2019, as médias de temperatura foram parecidas, variando de 17,6 a 25°C, a quantidade total de chuvas em 2018 foi de 1455,8 mm e 2019 de 980,3 mm até o período avaliado. Assim, 2018 e 2019 foram anos normais e que apresentaram boa distribuição pluviométrica e estações bem definidas. Quanto à umidade relativa nos anos de 2018 e 2019 também foram parecidas, variando de 54% a 83% durante os meses (FIGURA 10).

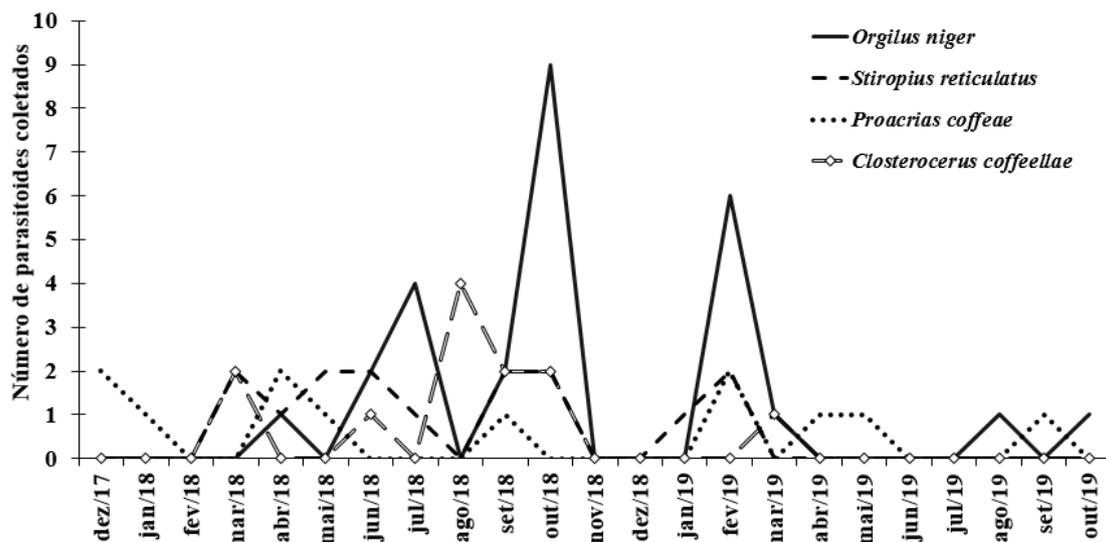
Figura 10 – Precipitação mensal acumulada (mm), temperatura média mensal (°C) e umidade relativa mensal acumulada (UR%).



Fonte: Do Autor (2020)

No monocultivo Café (FIGURA 11), observou-se uma maior abundância do braconídeo *O. niger* com picos populacionais nos meses de outubro de 2018 e fevereiro de 2019, e *S. reticulatus* nos meses setembro e outubro de 2018 e fevereiro de 2019. Já o eulofídeo *P. coffeae* apresentou picos populacionais nos meses de abril de 2018 e fevereiro de 2019, e *C. coffeellae* apresentou picos populacionais nos meses de agosto a setembro.

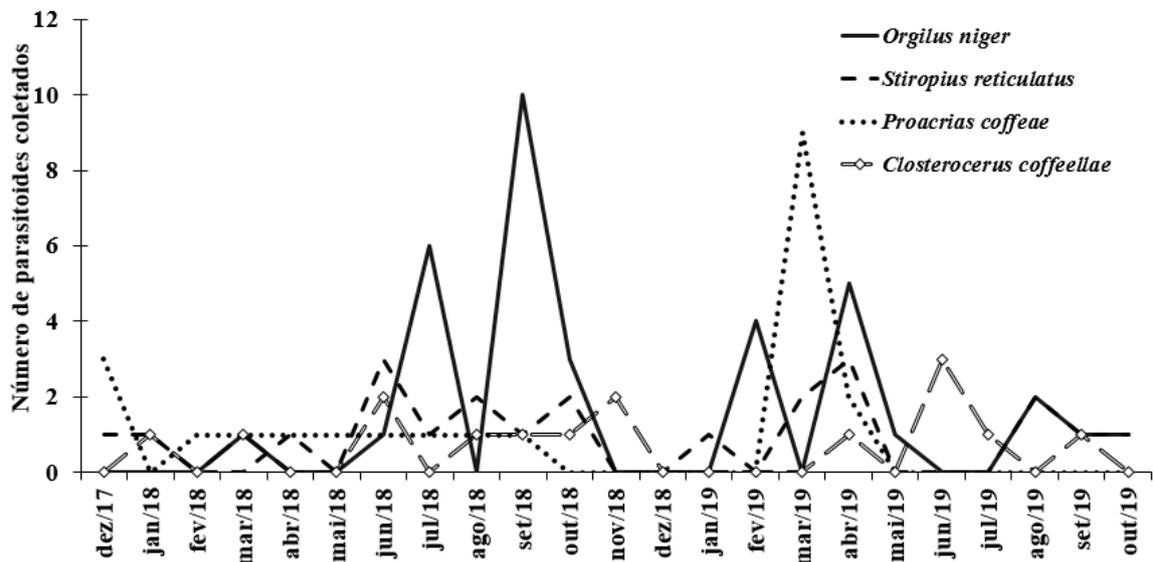
Figura 11 – Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae, no monocultivo café. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

No cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 1, constatou-se uma maior abundância de *O. niger*, com picos populacionais nos meses de setembro de 2018 e abril de 2019. Já o parasitoide *S. reticulatus* foi mais abundante no mês de junho e agosto de 2018, e esteve presente de maneira constante durante o período avaliado. Os eulofídeos *P. coffeae* foi observado durante quase todo os meses de 2018, com picos populacionais em dezembro de 2017 e março de 2019, e *C. coffeellae* foi mais abundante em novembro de 2018 e junho de 2019 (FIGURA 12).

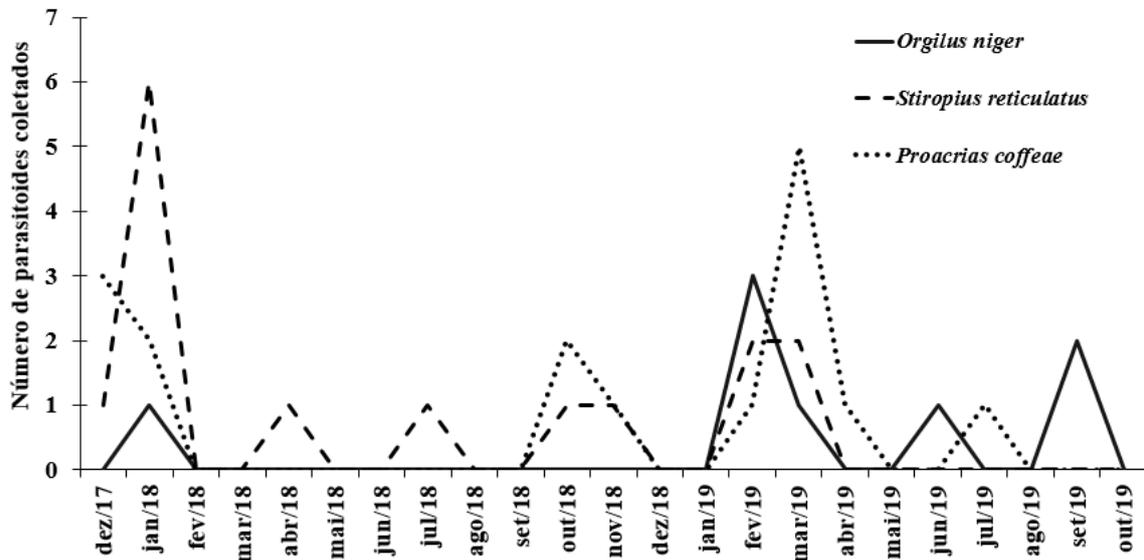
Figura 12 – Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 1. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

No cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 2 (FIGURA 13), observou-se uma maior abundância do eulofídeo *P. coffeae* com picos populacionais nos meses de dezembro de 2017, outubro de 2018 e março de 2019. Já o parasitoide *S. reticulatus* apresentou picos populacionais em janeiro 2018 e março de 2019 e esteve presente de maneira constante durante o período avaliado. Já *O. niger* apresentou picos populacionais nos meses de fevereiro e setembro de 2019.

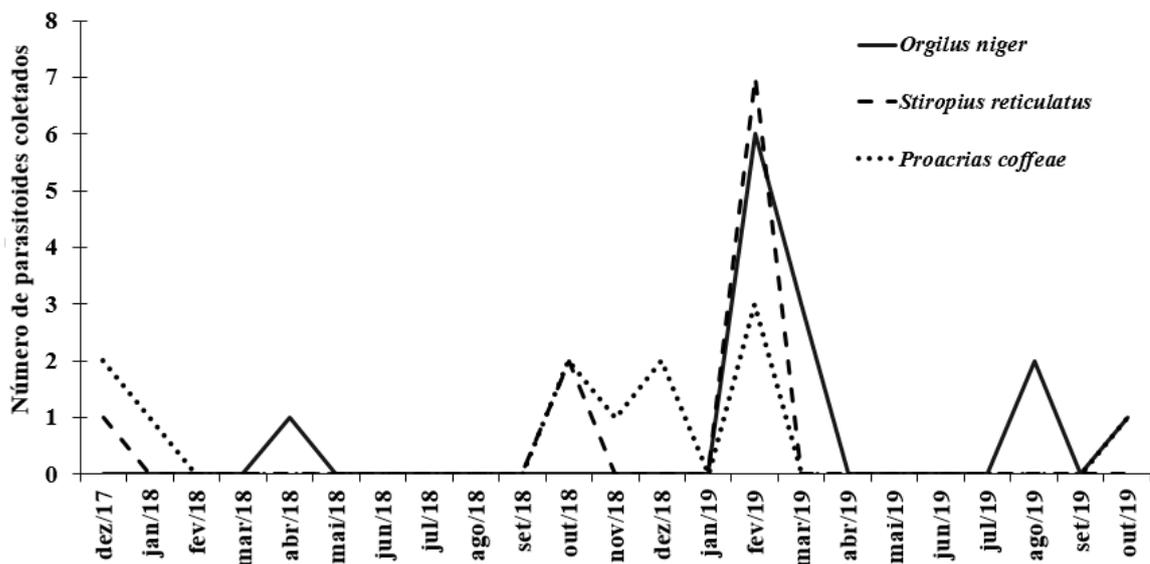
Figura 13 – Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 2. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

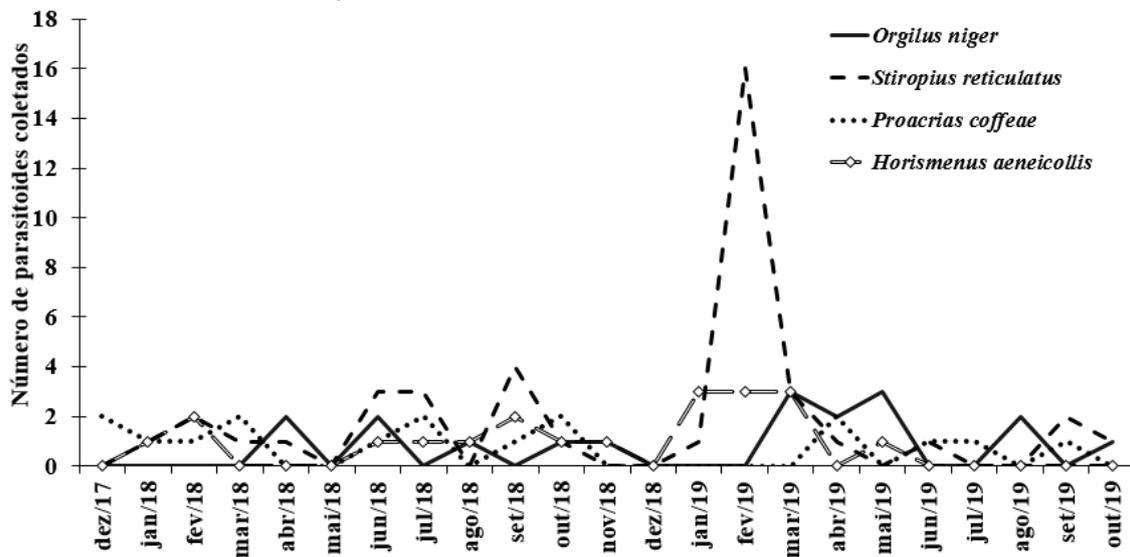
No cultivo de café convencional com vegetação de entorno fragmento florestal observou-se uma maior abundância dos parasitoides *O. niger* com picos populacionais nos meses de fevereiro e agosto de 2019, e *P. coffeae* apresentou picos populacionais nos meses de outubro e dezembro de 2018 e fevereiro de 2019. Já *S. reticulatus* nos meses de outubro de 2018 e fevereiro de 2019 (FIGURA 14).

Figura 14 – Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae, no cultivos de café convencional com vegetação de entorno fragmento florestal. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



No cultivo de café convencional com vegetação de entorno pastagem (FIGURA 15) observou-se uma maior abundância de *S. reticulatus* com picos populacionais nos meses setembro de 2018 e fevereiro de 2019. Já *H. aeneicollis* apresentou picos populacionais de janeiro a março de 2019 e *O. niger* nos meses de março e maio de 2019. A espécie *P. coffeae* esteve presente de maneira constante durante o período avaliado, porém em menor abundância.

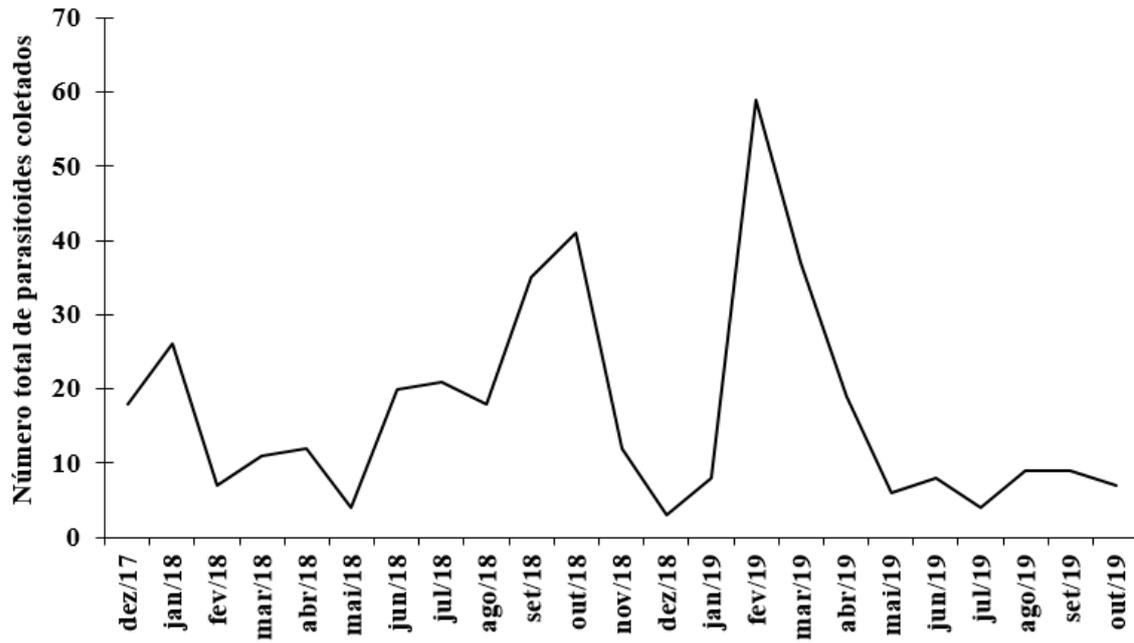
Figura 15 – Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno pastagem. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Ao analisar a flutuação populacional de parasitoides do bicho mineiro do total coletado em todos tratamentos (FIGURA 16) observou-se que setembro e outubro de 2018, e fevereiro e março de 2019 foram os meses que mais coletou-se parasitoides.

Figura 16 – Flutuação populacional de parasitoides do bicho mineiro do total coletado em todos tratamentos. Dezembro de 2017 a outubro de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

4 DISCUSSÃO

Nos cafeeiros convencionais com diferentes vegetações de entorno estudados neste trabalho, a presença do bicho-mineiro foi observada durante todo o período de avaliação (TABELA 3), confirmando os resultados de Avilés (1991) e Tuelher et al. (2003) que constataram a ocorrência do bicho-mineiro em todos os meses do ano na Zona da Mata de Minas Gerais. Em todas as áreas avaliadas no presente trabalho, as maiores infestações foram observadas nos meses de março, abril e setembro de 2018 e 2019. Machado et al. (2014) constataram a ocorrência do bicho mineiro em todo período amostrado de 2004 a 2013 com picos de infestações variando em cada ano em cafeeiros convencionais cultivados no sul do estado de Minas Gerais. Marques (2017) afirma que em cafeeiros convencionais estudados no Sul de Minas Gerais a maior infestação em 2013 foi constatada no mês de outubro e no ano de 2014 no mês de dezembro. Os autores correlacionam a variação de infestação principalmente com fatores climáticos, presença de inimigos naturais, sistema de condução da lavoura e uso de produtos químicos. Segundo Souza et al (1998), altas infestações do bicho-mineiro foram verificadas nos períodos de junho a setembro com pico populacional nos meses de setembro e outubro.

Segundo Machado et al. (2014), para os anos de 2012 e 2013 a infestação do bicho-mineiro foi baixa, não atingindo nível de dano em cafeeiros convencionais no município de São Sebastião do Paraíso, MG. Este fato também foi observado por Silva et al. (2014) em cafeeiros nos anos de 2013 e 2014 no sul de Minas Gerais. Em trabalho realizado por Marques (2017), foi observado índices menores que 20% de infestação em cafeeiros convencionais no sul de Minas Gerais. Neste trabalho resultados semelhantes foram obtidos, pois os maiores índices de infestação foram verificados em cafeeiros convencionais avaliados, nos meses de abril e julho de 2018 e setembro de 2019, atingindo 16% de folhas minadas.

Contatou-se que as porcentagens de infestação do bicho-mineiro do cafeeiro (% BMC) foram significativamente diferentes entre as áreas avaliadas (TABELA 3). Lopes et al. (2012), Fernandes (2013), Marques (2017) avaliaram a produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais e a porcentagem de infestação do bicho-mineiro em diferentes sistemas de cultivo, e concluíram que a infestação foi semelhante nos sistemas estudados, com valores um pouco maiores no sistema agroflorestal natural.

Estes resultados evidenciam também diferenças na flutuação populacional dessa praga entre as áreas estudadas, as quais segundo Lomeli-Flores, Barrera e Bernal (2010) podem estar

relacionadas com as condições climáticas locais (precipitação e temperatura), ação dos inimigos naturais (predadores, parasitoides) entre outros fatores, mas que, no entanto, merecem ser mais bem estudadas e compreendidas.

Nos cafeeiros avaliados, o maior índice de predação no monocultivo café foi verificado no mês de agosto/2018, atingindo o valor de 17%, já no cafeeiro com vegetação de entorno cedro 1 no mês de março/2018, atingindo o valor de 25%, no cafeeiro com vegetação de entorno cedro 2 no mês de fevereiro/2018 (29%) e no cafeeiro com vegetação de entorno fragmento florestal no mês de maio/2019 (25%) e no cafeeiro com vegetação de entorno pastagem no mês de outubro/2018 (20%).

Os maiores níveis de predação de larvas do bicho-mineiro foram verificados após alguns picos de infestação da praga. Resultados semelhantes foram obtidos por Tuelher et al. (2003) e Marques (2017). Estes resultados sugerem que os fatores climáticos (precipitação e temperatura) interferiram na dinâmica populacional da praga e de seu inimigo natural, a vespa predadora. Ecolé (2003) avaliando a infestação e predação do bicho mineiro em cafeeiros orgânicos e convencionais no município de Santo Antônio do Amparo – MG, observou uma redução na infestação da praga a partir do início do período chuvoso. Segundo o autor as chuvas podem ter contribuído para a intensa redução da população de lagartas do bicho-mineiro. Outros trabalhos também citam as chuvas como um importante fator de mortalidade natural do bicho-mineiro, provocando a morte das lagartas por afogamento no interior das minas (AVILÉS, 1991; PEREIRA; 2002).

Marques (2017), em trabalho realizado no Sul de Minas Gerais contactou índices de predação mais altos de até 53% em cafeeiros convencionais, porém estas áreas estavam passando por processo de transição agroecológica. Nas áreas deste estudo, o nível tecnológico é mais alto e os produtores convencionais fizeram aplicações de alguns agrotóxicos e cobre, os quais são considerados por muitos autores por apresentarem efeito repelente sobre as vespas predadoras (MACHADO et al., 2014). Entretanto, as vespas predadoras podem atuar indiretamente como predadoras de parasitoides ou diretamente competido com esses. De certa forma a menor predação afeta diretamente o parasitismo.

O parasitismo (PAR%) apresentou maior porcentagem média no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Cedro 1, de 24,23% no ano de 2018 e no ano de 2019 foi no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Pastagem (26,50%). De maneira análoga ao observado para os outros parâmetros já discutidos neste trabalho, Marques (2017) não encontrou diferenças significativa na %PAR entre os sistemas em transição para sem agrotóxico, orgânico

sombreado, orgânico pleno sol e convencional em 2013 e 2014, resultado que se assemelha ao obtido por Fernandes (2013), que não observou diferença significativa na %PAR entre os sistemas SAT, CON e ORG. Também Pierre (2011) não observou diferença significativa na porcentagem de parasitismo entre lavouras sob manejo convencional e orgânico.

O valor observado em cafeeiros convencionais para a %PAR (24,23% e 26,50%) em 2018 e 2019 foi superior ao encontrado por Marques (2017) (21,20%) em 2013 e ao obtido por Pierre (2011) e Fernandes (2013) em sistema convencional (19,47% e 9,17%) e orgânico (18,5% e 6,67%), respectivamente. Provavelmente isso se deve ao fato de a predação em nossas áreas terem sido mais baixas, não ocorrendo a predação intraguilada, favorecendo assim o parasitismo.

Em relação aos dados climáticos de 2018 e 2019, observou-se que a médias de temperatura variou de 17,6 a 25°C, e que foram anos normais e que apresentaram boa distribuição pluviométrica e estações bem definidas. Reis et al. (2002) relataram que fatores abióticos, principalmente chuva e temperatura, afetam a ocorrência do bicho-mineiro: em geral, as épocas de ocorrência das maiores populações da praga coincidem com os períodos secos do ano; na região sudeste do Brasil a praga começa a ocorrer geralmente entre junho e agosto e apresenta um pico populacional em outubro. Segundo Lomeli-Flores, Barrera e Bernal (2010), a flutuação populacional dos insetos está relacionada ao seu hábito alimentar, a disponibilidade de alimento e aos fatores abióticos: qualquer distúrbio no ambiente pode afetar a quantidade e qualidade de alimento disponível e, conseqüentemente, a flutuação das espécies.

Neste estudo, todos os parasitoides emergidos de minas intactas do bicho-mineiro-do-cafeiro pertenciam às famílias Braconidae e Eulophidae, resultado semelhante aos obtidos por outros autores (PARRA et al., 1977; SOUZA, 1979; AVILÉS, 1991; ECOLE, 2003; MELO et al., 2007; PIERRE, 2011; FERNANDES, 2013; REZENDE, 2014; MARQUES, 2017). Considerando-se os valores totais de parasitoides emergidos, constatou-se maior abundância de espécimes de braconídeos (51,77%), porém, maior riqueza de espécies de eulofídeos (cinco espécies contra dois de Braconidae).

Parra et al. (1977) e Melo et al. (2007) relataram maior riqueza e maior abundância de eulofídeos em relação aos braconídeos, nos estados de São Paulo e Bahia, respectivamente. Por outro lado, Pierre (2011), em Dois Córregos (SP), observou maior riqueza de eulofídeos (nove espécies contra três de Braconidae), porém, sem diferenças na abundância entre estas duas famílias. Porém Ecole (2003), Amaral et al. (2010), Fernandes (2013), Rezende (2014) e Marques (2017) em Minas Gerais, concluíram que o grupo mais abundante foi Braconidae.

Esses resultados da literatura, associados aos deste trabalho, evidenciaram o fato de que a maior ou menor predominância quantitativa ou qualitativa de espécies de uma família sobre a outra deve estar associada a diversos fatores físicos (clima) e biológicos (hospedeiros alternativos e recursos para adultos), predação intraguilda e outros que ainda não foram completamente elucidados.

Em relação às espécies encontradas neste trabalho, os braconídeos *O. niger* e *S. reticulatus* foram os mais abundantes, e entre os Eulophidae os mais numerosos foram *P. coffeae*, *C. coffeellae* e *H. aeneicollis*. Muitos resultados são encontrados na literatura para o estado de Minas Gerais, onde Souza (1979) concluiu que as espécies mais abundantes foram os Eulophidae *C. coffeellae* e *Proacrias* sp., seguidas do braconídeo *Stiropius letifer*, e Avilés (1991) considerou *S. letifer*, *Neochrysocharis coffeae*, *Mirax insularis*, *C. coffeellae* e *Horismenus cupreus* como as mais abundantes. Fernandes, (2013) concluiu que os braconídeos *S. reticulatus* e *O. niger* foram os mais abundantes, e entre os Eulophidae os mais numerosos foram *C. coffeellae*, *Cirrospilus* sp.2, e *P. coffeae*. Entretanto, Rezende (2014) considerou *P. coffeae*, *Horismenus* sp. como os mais abundantes entre os eulofídeos e *S. reticulatus*, entre os braconídeos. Marques (2017), encontrou em seu trabalho resultados parecidos ao deste estudo no sul de Minas Gerais, os braconídeos *O. niger* e *S. reticulatus* como os mais abundantes, e entre os Eulophidae os mais numerosos foram *P. coffeae*, *C. coffeellae*, demonstrando que diferentes espécies de parasitoides podem ser abundantes em lesões causadas pelo bicho-mineiro em cafezais de Minas Gerais.

Para o estado de São Paulo, Miranda (2009) concluiu que houve predominância dos gêneros *Closterocerus* e *Proacrias*, e entre os braconídeos, os espécimes foram do gênero *Stiropius* e *Orgilus*. Porém Pierre (2011) observou maior abundância de *O. niger* e *S. reticulatus* (Braconidae) e *P. coffeae* (Eulophidae), resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Assim, considerando-se São Paulo e Minas Gerais, diferentes proporções podem ser observadas com relação às principais espécies, as quais, de maneira geral, se repetem.

Observa-se na literatura que não há uma família ou espécie de parasitoides que seja numericamente predominante para todo o país. De uma maneira geral sabe-se que Eulophidae possui maior riqueza de espécies em relação à Braconidae, o que também foi constatado no presente trabalho, para o sul de Minas Gerais. Provavelmente, a maior riqueza de Eulophidae se deve ao fato de a maioria de seus gêneros representantes serem mais generalistas do que os de Braconidae, que são mais especialistas (HANSON; GAULD, 2006).

Analisando todos os tratamentos, *O. niger* e *S. reticulatus* foram mais abundantes entre os braconídeos e não apresentaram diferença significativa. Ecolé (2003) não encontrou diferenças entre cafezais orgânicos e convencionais, onde foram predominantes os braconídeos *O. niger*, *C. striata* e *S. reticulatus*. Aguiar-Menezes et al. (2007) também não encontraram diferenças significativas entre sistemas sombreados e a pleno sol para parasitoides do bicho-mineiro do cafeeiro. Pierre (2011) relacionou as espécies de parasitoides do bicho-mineiro em propriedades conduzidas sob sistema orgânico *versus* convencional, concluindo que as mesmas espécies ocorrem em ambos, com maior abundância, contudo, de *O. niger* no convencional, provavelmente associada à maior infestação por *L. coffeella*. Esse resultado indica que a diferenciação de sistemas cafeeiros com base na riqueza ou abundância de braconídeos parasitoides de *L. coffeella* é difícil na maioria dos casos.

Fernandes (2013) e Marques (2017) concluiu que para o sul de Minas Gerais, onde foi realizado este estudo, os braconídeos *S. reticulatus* e *O. niger*, em função da sua abundância e dominância, merecem atenção por ocasião do desenvolvimento de programas de controle biológico conservativo ou aplicado visando à regulação populacional de *L. coffeella*, independente do sistema de cultivo utilizado pelo cafeicultor. Como estratégia de controle biológico conservativo torna-se necessária a adoção de técnicas que visem aumentar a diversificação nesses habitats, de forma a garantir a preservação e o incremento de inimigos naturais como agentes de controle.

Em relação aos eulofídeos que merecem atenção está *P. coffeae* e *C. coffeellae* que foi encontrado em todos os tratamentos. Menezes Jr. et al. (2007) afirmam que *P. coffeae* se destaca pela maior proporção de parasitismo entre os Eulophidae no Paraná. No Estado de São Paulo está espécie ocorreu nos mesmos municípios onde se registrou a presença de *C. coffeellae* (PARRA et al. 1977, GRAVENA, 1983; TOZATTI; GRAVENA, 1988). *P. coffeae* também foi registrada na Bahia, nos municípios de Vitória da Conquista e Luiz Eduardo Magalhães, ao passo que neste último local foi a espécie mais abundante (MELO et al., 2007).

Em todas os tratamentos avaliados percebe-se uma redução na população do parasitóide *P. coffeae* a partir do aumento da população de *O. niger* indicando uma possível competição entre as duas espécies. O mesmo acontece com *S. reticulatus* e *O. niger* em todo período avaliado. Nos cultivos cafeeiros em monocultivo e com vegetação de entorno cedro 1, *C. coffeellae* apresenta picos populacionais na ausência de *P. coffeae* e *O. niger*, o que pode indicar que também existe uma competição entre eles.

Pierre (2011) encontrou valores semelhantes para os sistemas; convencional e orgânico no estado de São Paulo. Fernandes (2013) no sul de Minas Gerais não observou diferenças significativas no índice H' entre os sistemas convencional, sat e orgânico, também Marques (2017) não encontrou diferenças no índice H' em cafeeiros convencionais e em transição agroecológica. Neste trabalho também não houve diferenças significativas no índice de H' .

Portanto, de uma forma geral, tanto para a riqueza quanto para a abundância e diversidade das famílias Eulophidae e Braconidae, fica claro que não há diferenças significativas neste trabalho entre cafeeiros convencionais em monocultivo e com diferentes vegetações de entorno.

5 CONCLUSÕES

Os braconídeos *O.niger* e *S.reticulatus* são espécies promissoras e bem adaptadas nas áreas de cultivo de café no sul de Minas Gerais e necessitam de estudos mais aprofundados para posterior utilização no controle biológico aplicado.

Cafeeiros convencionais com diferentes vegetações de entorno e em monocultivo são ambientes favoráveis para ocorrência de himenópteros parasitoides do bicho-mineiro-do-cafeiro.

A predação do bicho-mineiro foi baixa, possivelmente pelo estudo ter sido realizado em cafeeiros convencionais com aplicações de agrotóxicos e cobre, os quais podem causar repelência às vespas predadoras, já o parasitismo apresentou valores altos, podendo ser relacionado com a baixa taxa de predação intraguilda.

Nos cafeeiros estudados, a população de bicho-mineiro é endêmica e não causa danos econômicos e a ação das vespas predadoras e parasitoides possivelmente contribui para a regulação da infestação desta praga, além dos fatores climáticos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E. de L.; SANTOS, C.M.A.; RESENDE, A. L. S.; SOUZA, S.A.S.; COSTA, J.R.C., RICCI, M. S.F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Agrobiologia).
- ALMEIDA, S.; LOUZADA, J.; SPERBER, C.; BARLOW, J. Subtle land-use change and tropical biodiversity: dung beetle communities in Cerrado grasslands and exotic pastures. **Biotropica**, v.43, p.704-710, 2011.
- AMARAL, D. S.; VENZON, M.; PALLINI, A.; LIMA, P.C.; SOUZA, O. A Diversificação da vegetação reduz o ataque o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- AVILÉS, D.P. **Avaliação das populações do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonitiidae) e de seus parasitóides e predadores: metodologia de estudo e flutuação populacional**. 1991. 126 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- AVILÉS, D.P. **Avaliação das populações do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonitiidae) e de seus parasitóides e predadores: metodologia de estudo e flutuação populacional**. 1991. 126 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- CADOTTE, M.W., CARSCADDEN, K. & MIROTCHNICK, N. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. **Journal of Applied Ecology**, v.48, p.1079-1087, 2011.
- CLARKE, R.J.; MACRAE, R. Coffee agronomy. Barking: Elsevier, 1985. 334 p.
- COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistic estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Storrs-Mansfield, 2005. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 12 out. 2015.
- ECOLE C. C. **Dinâmica populacional de *Leucoptera coffeella* e de seus inimigos naturais em lavouras adensadas de cafeeiro orgânico e convencional**. 2003. 129 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- FERNANDES, L.G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2013. 199 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- FERREIRA, F. Z.; SILVEIRA, L. C. P.; HARO, M. M. Families of Hymenoptera parasitoids in Organic coffee cultivation in Santo Antonio do Amparo, MG, Brazil. **Coffee Science**, v. 8, p. 1–4, 2013.
- GARDNER, T.A., BARLOW, J., CHAZDON, R., EWERS, R.M., HARVEY, C.A., PERES, C.A. & SODHI, N.S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology Letters**, v.12, p.561-582, 2009.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GRAVENA, S. **Manejo ecológico de pragas do cafeeiro**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 30 p. (Boletim Técnico, 3).

GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842): II – Amostragem da praga e seus inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 273-281, 1983.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, Espanha, v.4, n.1, 9pp, 2001.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera de la Región Neotropical**. Memoirs of the American entomological Institute. Gainesville: FL, 2006. 994p.

LAMBSHEAD, P. J. D.; PLATT, H. M.; SHAW, K. M. Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. **Journal Natural History**, London, v. 17, p. 859-874, 1983.

LOMELI-FLORES, J. R.; BARRERA, J. F.; BERNAL, J. S. Impact of natural enemies on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics in Chiapas, México. **Biological Control**, San Diego, v. 51, n. 1, p. 51-60, 2009.

LOMELI-FLORES, J. R.; BARRERA, J. F.; BERNAL, J. S. Impacts of weather, shade cover and elevation on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics and natural enemies. **Crop Protection**, v.29, n.9, p.1039-1048, 2010.

LOPES, P.R.; ARAÚJO, K.C.S.; FERRAZ, J.M.G.; LOPES, I.M.; FERNANDES, L.G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.7, n.1, p. 25-38, 2012.

MACHADO, J. L.; SILVA, R. A.; SOUZA, J. C. de; FIGUEIREDO, U. J.; CARVALHO, T. A. F; MATOS, C. S. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

MARQUES, K. B. S. C. **Infestação e parasitismo de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) em cafeeiros em transição agroecológica**. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2017.

MELO, T.L.; CASTELLANI, M.A.; NASCIMENTO, M.L.do; MENEZES JUNIOR, A.O.; FERREIRA, G.F.P.; LEMOS O.L. Comunidades de parasitóides de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em cafeeiros nas regiões oeste e sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.966-972, 2007.

PARRA, J.R.P.; GONÇALVES, W.; GRAVENA, S.; MARCONATO, A.R. Parasitos e predadores do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) em São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.6, n.1, p.138-143, 1977.

PEREIRA, E.G. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica***. 2002. 50 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SELEGATO, A.; LUCIANO, E. S. Himenópteros parasitoides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 7, n. 1, p. 41–44, 2004.

PIELOU, E. C. The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. **Journal Wiley**, New York, v. 13, n. 40, p. 63-81, 1984.

PIERRE, L.S.R. **Níveis populacionais de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) e a ocorrência de seus parasitoides em sistemas de produção de café orgânico e convencional**. 2011. 98p. Tese (Doutorado em Ciências/Entomologia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2011.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v.23, n.214/215, p.83-99, 2002.

REZENDE, M.Q.; VENZON, M.; PERES A.L.; Cardoso I.M.; Janssen A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.188, p.198-203, 2014.

SANTOS, P. S.; PÉREZ-MALUF, R. Diversidade de himenpteros parasitides em áreas de mata de cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA. **Magistra**, v. 24, p. 84-90, 2012.

SHANNON, C.E. (1948) **A mathematical theory of communication**. Bell System Technical Journal, 1948, 379–423p.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Pragas do cafeeiro: reconhecimento e controle**. Viçosa, MG: CTP, 2000. 54 p.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. RIGITANO, R. L. de O. **Bicho mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado**. 2 ed., Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48 p. (EPAMIG, Boletim Técnico, 54).

SOUZA, J.C. **Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do “bicho-mineiro” das folhas do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (GuérinMèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Estado de Minas Gerais**. 1979. 90 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

StatSoft, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com. (2004)

TOZATTI, G.; GRAVENA, S. Fatores naturais de mortalidade de *Perileuoptera coffeella*, Guérin-Méneville (Lepidoptera, Lyonetiidae), em café, Jaboticabal. **Científica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 179-187, 1988.

TUELHER, E. de S.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; MAGALHÃES, L. C. Ocorrência de bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) influenciada pelo período estacional e pela altitude. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 119-124, 2003.

TUELHER, E. de S.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; MAGALHÃES, L. C. Ocorrência de bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) influenciada pelo período estacional e pela altitude. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 119-124, 2003.

CAPÍTULO 3
DIVERSIDADE DE HIMENÓPTEROS PARASITOIDES EM CULTIVO
CONVENCIONAL DE CAFÉ COM DIFERENTES VEGETAÇÕES DE ENTORNO

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, um dos maiores consumidores e a maior fonte mundial de cafés sustentáveis. O sul de MG concentra a maior produção, sendo a maior região produtora de *coffea arabica*. Nesse contexto se inserem diversos sistemas produtivos do cafeeiro e diversas fisionomias de paisagem em seu entorno. Sabe-se que há um enriquecimento de inimigos naturais e controle biológico mais efetivo onde a vegetação natural ou semi-natural permanece às margens dos cultivos, tais como fragmentos florestais, matas ciliares, cercas vivas ou florestas implantadas. O objetivo deste trabalho foi determinar como a composição da paisagem influencia na abundância, riqueza e diversidade de himenópteros parasitoides. O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Vista Longa, no município de Coqueiral-MG, em lavouras de café convencional com diferentes vegetações de entorno. Foram instaladas armadilhas “pan trap” em cafezais com diferentes tipos de vegetação de entorno: floresta de cedro, fragmento florestal, pastagem e controle (cafezal apenas). As armadilhas foram colocadas em cada tratamento nas posições: interior do cultivo, margem com a vegetação de entorno e dentro da vegetação de entorno. Foram realizadas duas coletas por ano em 2018 e 2019, sendo uma na estação chuvosa e uma na seca, onde foi medido a abertura do dossel em cada tratamento. Os parasitoides coletados foram indentificados até nível de família e separados por morfoespécies. Foram coletados no total 2042 insetos de oito superfamílias, 23 famílias e 187 morfoespécies. Os resultados mostraram uma maior abundância de parasitoides, relacionados ao controle biológico de pragas do cafeeiro, no tratamento cafezal com vegetação de entorno cedro australiano. De forma geral, podemos concluir que a diversificação das paisagens agrícolas contribui para a conservação e aumento de parasitoides dentro do agroecossistema. Este estudo ampliou o conhecimento dos benefícios ecológicos relacionados à vegetação de entorno em cafezais, fornecendo assim bases para a recomendação do controle biológico por conservação na cafeicultura no sul de Minas gerais.

Palavras-chave: Controle Biológico Conservativo; Micro-Himenópteros; Inimigos Naturais

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer and exporter of coffee, one of the largest consumers and the largest source of sustainable coffee in the world. The south of MG concentrates the largest production, being the largest producing region of *coffea arabica*. In this context, several coffee production systems and several landscape features are inserted in its surroundings. It is known that there is an enrichment of natural enemies and more effective biological control where natural or semi-natural vegetation remains on the margins of crops, such as forest fragments, riparian forests, hedges or implanted forests. The objective of this work was to determine how the landscape composition influences the abundance, richness and diversity of hymenopteran parasitoids. The present work was developed at farm Vista Longa, in the municipality of Coqueiral-MG, in conventional coffee plantations with different vegetation around. Traps “pan trap” were installed in coffee plantations with different types of surrounding vegetation: cedar forest, forest fragment, pasture and control (coffee plantation only). The traps were placed in each treatment in the following positions: inside the cultivation, margin with the surrounding vegetation and inside the surrounding vegetation. Two collections per year were carried out in 2018 and 2019, one in the rainy season and one in the dry season, where the canopy opening was measured in each treatment. The collected parasitoids were identified up to family level and separated by morphospecies. A total of 2042 insects from eight superfamilies, 23 families and 187 morphospecies were collected. The results showed a greater abundance of parasitoids, related to the biological control of coffee pests, in the coffee plantation with vegetation surrounding australian cedar. In general, we can conclude that the diversification of agricultural landscapes contributes to the conservation and increase of parasitoids within the agroecosystem. This study expanded the knowledge of the ecological benefits related to the surrounding vegetation in coffee plantations, thus providing bases for the recommendation of biological control for conservation in coffee growing in the south of minas gerais.

Keywords: Conservative Biological Control; Micro-Hymenoptera; Natural Enemies

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, o segundo maior consumidor do produto e a maior fonte mundial de cafés sustentáveis (MAPA, 2020). Minas Gerais concentra a maior produção, sendo o sul do Estado a maior região produtora de *Coffea arabica* (CONAB, 2017). A importância do café para o Brasil é indiscutível, uma vez que se trata do principal produto agrícola brasileiro de exportação, agregando considerável volume de recursos à balança comercial (AGUIAR-MENEZES et al., 2007).

A produção do cafeeiro é afetada por diversos fatores em maior ou menor intensidade. Dentre esses destacam-se as pragas que frequentemente causam grandes prejuízos, sendo as principais o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e a broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), ocasionando grandes perdas em virtude dos danos que provocam (SILVA et al., 2014).

Segundo Machado et al., (2014), a dinâmica populacional das pragas do cafeeiro varia em função das regiões de cultivo e também devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema. Os inimigos naturais são importantes organismos que contribuem na regulação populacional desses insetos-praga em cafezais (SOUZA; REIS, 2000; FERNANDES, 2013; VENZON et al., 2014).

Cerca de 26 famílias de parasitoides são encontrados em cafeicultura com ao menos oito de importância na manutenção das pragas chave, sendo elas Braconidae, Bethylidae, Chalcididae, Eulophidae, Diapriidae, Figitidae, Monomachidae e Pteromalidae (FERREIRA et al., 2013; TOMAZELLA, 2016). Os braconídeos *Orgilus niger* (Penteado-Dias, 1999), *Stiropius reticulatus* (Penteado-Dias, 1999) e eulofídeo *Proacrias coffeae* (Ihering, 1914) são tidas como principais espécies no controle do bicho-mineiro no sul de minas gerais (MARQUES, 2017). Já *Prorops nasuta* (Waterston, 1923) e *Cephalonomia stephanoderis* (Betren, 1961) (Bethylidae) são principais espécies relacionadas no controle da broca do café (SOUZA et al., 1998), porém, os endoparasitoide *Phymastichus coffea* (LaSalle 1990) (Eulophidae) e *Heterospillus coffeicola* (Schimideknecht, 1924) (Braconidae) também são reconhecidos como importantes inimigos naturais (HANSON; GAULD, 2006). Além disso, espécies de parasitoides da família Braconidae estão relacionadas ao controle de moscas das frutas (CAMARGOS, 2011) e lagartas desfolhadoras (FERNANDES, 2009). Ainda, relatos

de VEGA et al. (1999) apontam *Polynema* sp. (Mymaridae), *Tineobius* sp. (Eupelmidae), *Chelonus* sp., *Bracon* sp. e *Stenobracon* sp. (Braconidae), além de espécies de Encyrtidae, Eulophidae (*Elasmus* Westwood, 1833) e Pteromalidae como potenciais agentes de controle da broca do café em trabalho realizado na Costa do Marfim.

O controle de pragas das culturas por seus inimigos naturais é serviço ecossistêmico valioso para a agricultura, mas pouco quantificado (LANDIS et al., 2008; TSCHUMI et al., 2015). Compreender como as características da paisagem podem facilitar ou impedir o movimento de pragas e inimigos naturais, podem fornecer informações importantes sobre a migração para culturas e têm implicações para o gerenciamento de serviços ecossistêmicos mediados por artrópodes (KREMEN, 2005).

Sabe-se que há um enriquecimento de inimigos naturais e controle biológico mais efetivo onde a vegetação natural permanece às margens dos cultivos, tais como fragmentos florestais, matas ciliares e outros cultivos. Além desses, outros habitats artificiais poderiam ser incorporados à paisagem agrícola, como os quebra-ventos, cercas vivas e os corredores biológicos. Esses habitats podem fornecer abrigo ou locais de refúgios ou hibernação, bem como recursos alimentares como pólen e néctar e hospedeiros/presas alternativos para os inimigos naturais (CHIVERTON; SOTHERTON, 1991; THOMAS et al., 1991; NICHOLLS et al., 2001; TSCHARNTKE et al., 2007; RUSCH et al., 2010; MACFADYEN et al., 2015).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da vegetação de entorno, na diversidade de parasitoides em cafezal sob manejo convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área Experimental do Sistema de Cultivo Convencional com Diferentes Vegetações de Entorno

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Vista Longa (coordenadas 21°12'58.56"S; 45°22'35.00"O), município de Coqueiral/MG Brasil, em lavouras conduzidas sob sistema de cultivo convencional com diferentes vegetações de entorno, pertencentes a produtores da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ). Os levantamentos foram realizados em sete áreas de cultivo de café convencional com diferentes vegetações de entorno por um período de dois anos. Conforme a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), essa cidade pertence à mesorregião do Sul e Sudoeste Mineiro. O município de Coqueiral está localizado na região sul de Minas Gerais, na micro-região do Baixo Sapucaí; faz divisa com os municípios de Boa Esperança, Santana da Vargem, Aguanil e Nepomuceno. Sua altitude está a 860 metros acima do nível do mar e sua excelente topografia é banhada pelas águas de Furnas. O clima tropical é de altitude, com temperatura média de 25 °C. A precipitação média é de 1500 mm ao ano e a umidade relativa do ar é de 70%. Esta região se caracteriza por ter como principal fonte de renda o plantio do café cultivado no sistema convencional, ou seja, monocultivo a pleno sol.

Foram avaliados quatro tratamentos em lavouras conduzidas sobre o sistema de cultivo convencional com diferentes tipos de vegetação de entorno, sendo: a) uma com Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) (Sapindales: Meliaceae) apresentando 10 anos de idade e espaçamento 3 x 2m, adjacente ao cultivo cafeeiro (Cedro); b) uma de Fragmento florestal estacional semidecidual com mata nativa (Fragmento); c) uma de pastagem (*Brachiaria* Trin. Griseb) (Poales: Poaceae) (Pastagem), e d) uma de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) (Gentianales: Rubiaceae) em monocultura, sem vegetação de entorno adjacente (Café). Algumas características das lavouras e vegetações de entorno que foram estudadas, quanto a área, cultivar, densidade de plantas, idade, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Talhões experimentais de café convencional utilizados para os experimentos, de acordo com a vegetação de entorno. Coqueiral, MG, 2017.

Vegetação de Entorno	Coordenadas	Altitude	Área (ha)	Cultivar	Espaçamento (m)	Idade (anos)
Cedro	21°12'28.72"S/ 45°23'0.86"O	880m	1,5	Catuaí	3,6 x 0,65	5
Café	21°13'10.77"S/ 45°22'28.78"O	893m	1,8	Mundo Novo	3,7 x 0,65	15
Fragmento florestal	21°13'26.22"S/ 45°22'0.06"O	900m	1,5	Catuaí	3,6 x 0,6	6
Pastagem	21°12'26.10"S/ 45°22'30.27"O	875m	1	Catuaí	3,6 x 1	20

Fonte: Do autor (2017).

Nos talhões demarcados para o estudo foram mantidos os tratos culturais, tais como adubação com fertilizantes químicos, controle fitossanitário e de plantas espontâneas com agrotóxicos diversos e roçadas mecânicas, conforme recomendações técnicas para cada um deles, mantendo-se as condições normais de produção.

2.2 Amostragens

As amostragens dos himenópteros parasitoides foram realizadas em quatro coletas, sendo uma em cada estação chuvosa e seca do ano, durante 2018 e 2019, nos sistemas de cultivo convencional com as vegetações de entorno fragmento florestal, café, pastagem e cedro.

2.2.1 Amostragem das Populações de Himenópteros Parasitoides

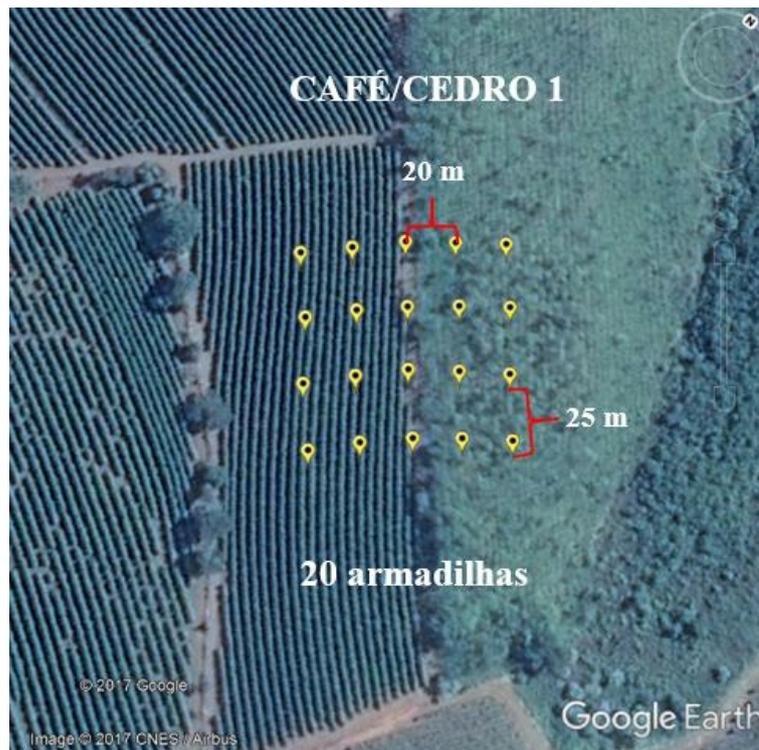
Os himenópteros parasitoides foram amostrados por meio de coletas com armadilhas “pan trap”, confeccionadas com pratos plásticos descartáveis, de coloração amarela, com 15 cm de diâmetro e 4,5 cm de profundidade, adaptadas de Periotto et al. (2000). Receberam 200 ml de uma solução salina a 10% e gotas de detergente para equilibrar homeostase do corpo dos insetos e quebrar a tensão superficial da água para que os insetos afundem. Os pratos plásticos foram fixados em estacas de bambu com o auxílio de aros de arame galvanizado de 3 mm de diâmetro e permaneceram a 0,5 m do solo.

Em cada uma das propriedades, foram demarcados transectos de 80 m, a pelo menos 25 m da borda e distantes 25 m entre si. Nas áreas de café com vegetação de entorno de Cedro 1 (Figura 1), Fragmento (Figura 2), Café (Figura 3) e Pastagem (Figura 4) os aparatos de coleta

foram distribuídos em quatro transectos para cada área (20 armadilhas/área no total). Em cada transecto foram colocadas cinco armadilhas “pan trap”, sendo uma na transecção (borda) entre os cultivos, duas dentro do cultivo cafeeiro e duas dentro da vegetação de entorno, espaçadas 20 m uma da outra. Desse modo as armadilhas ficaram dispostas a +20m e +40m (dentro do cafeeiro), a partir da borda (ponto 0m), e a -20m e -40m (dentro da vegetação de entorno).

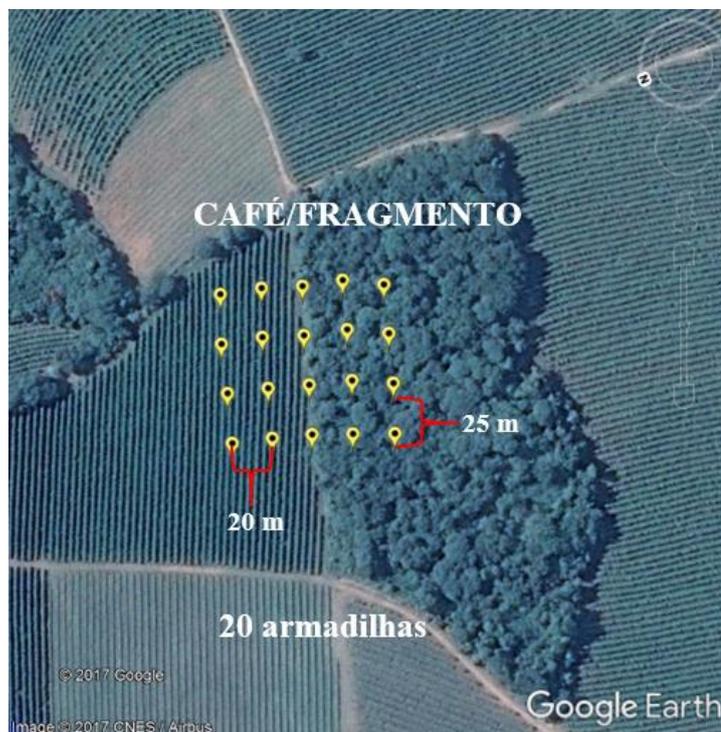
Em cada ponto foi instalada uma armadilha “pan trap”, a qual permaneceu ativa por um período de 48 horas, quando então foi recolhido o material coletado. Os insetos foram recolhidos das armadilhas utilizando uma peneira de malha fina, armazenados em potes plásticos de 50 ml de capacidade com álcool 70% e rotulados de acordo com a armadilha que foram coletados, local e data de coleta.

Figura 1 – Talhão experimental de café convencional com vegetação de entorno Cedro 1. Coqueiral, MG, 2017.



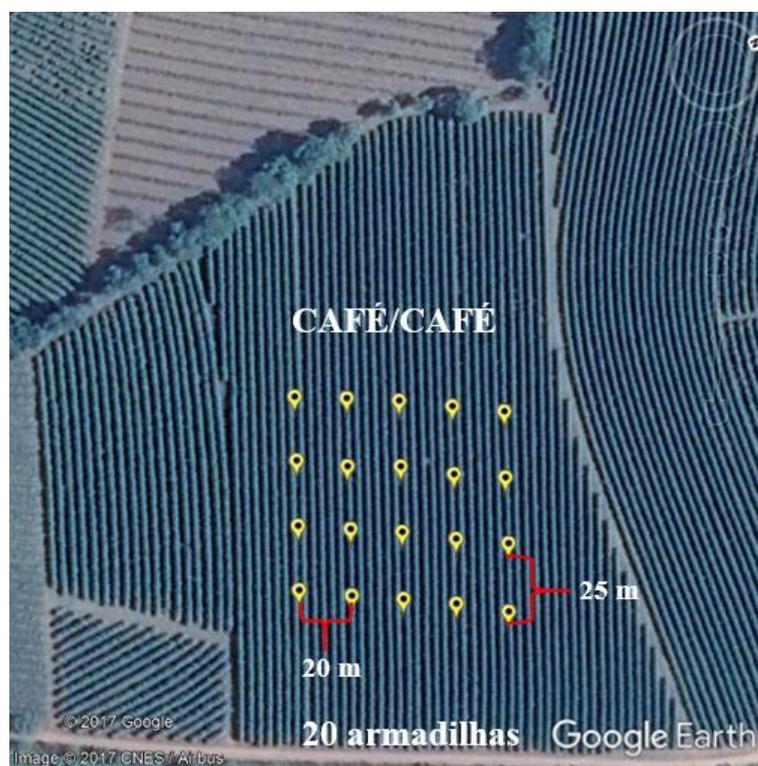
Fonte: Do autor (2020), adaptado de Google Earth©

Figura 2 – Talhão experimental de café convencional com vegetação de entorno Fragmento. Coqueiral, MG, 2017.



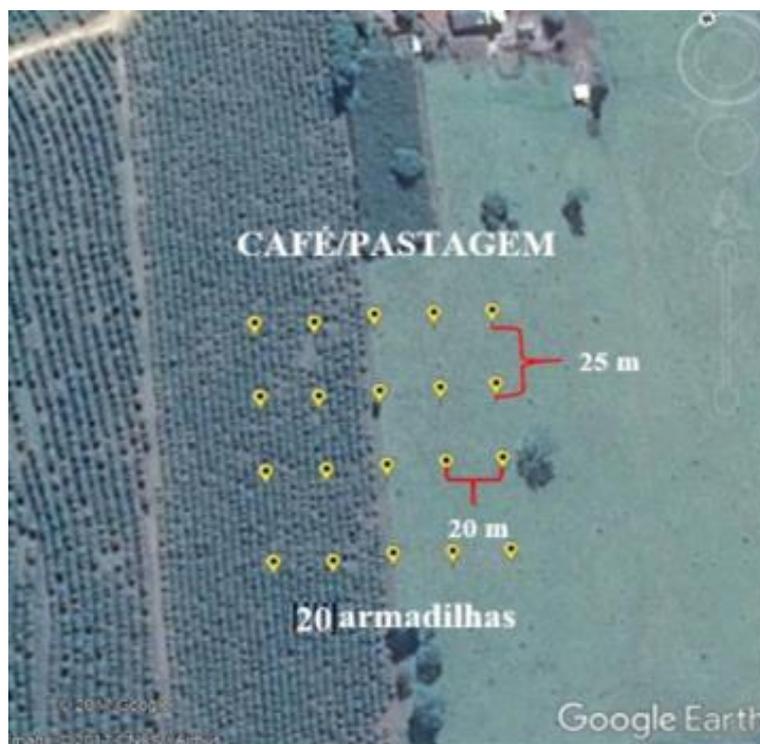
Fonte: Do autor (2020), adaptado de Google Earth©

Figura 3 – Talhão experimental de café convencional com vegetação de entorno Café. Coqueiral, MG, 2017.



Fonte: Do autor (2020), adaptado de Google Earth©

Figura 4 – Talhão experimental de café convencional com vegetação de entorno Pastagem. Coqueiral, MG, 2017.



Fonte: Do autor (2020), adaptado de Google Earth©

2.3 Avaliação das Variáveis

Durante o período de estudo foi avaliado algumas variáveis como: abertura do dossel, registro meteorológico e aplicação de inseticidas

2.3.1 Medição da Abertura Dossel

Para calcular a estimativa de luminosidade da vegetação de entorno e do cafeeiro utilizou-se um densiômetro florestal e bússola, nas estações seca e chuvosa, os quais foram posicionados em uma altura de 1,2 m e avaliou-se os pontos iluminados e anotados para cada um dos pontos cardeais nas diferentes distâncias de coleta, e posteriormente calculado a abertura do dossel em porcentagem (FREITAS et al.,2017).

2.3.2 Registro Meteorológico

Foram registradas as médias pluviométricas, de temperatura e umidade raltiva dos meses de dezembro de 2017 a outubro de 2019 (médias históricas), obtidas na Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ).

2.3.3 Inseticidas

O número de pulverizações de inseticidas nos diferentes tratamentos durante todo o período do experimento foram registrados (TABELA 2).

Tabela 2 – Ingrediente ativo e número de aplicações realizadas em cada propriedade ao longo do período de amostragem. Coqueiral, Minas Gerais, dezembro/2017 a outubro/2019.

Ingrediente ativo	CAFÉ	CEDRO	FRAGMENTO	PASTO
Inseticidas				
Clorantraniliprole			2	
Imidacloprido	1	1	1	1
Clorpirifós			3	
Subtotal	1	1	6	1
Acaricidas				
Espirodiclofeno			2	
Propargito	1			
Abamectina	2	3		3
Subtotal	3	3	2	3
Total geral	4	4	8	4

Fonte: Do Autor (2020).

2.4 Análise Faunística e Estatística

Os insetos coletados foram levados para o laboratório, triados e os parasitoides identificados a nível de morfoespécies. Os dados dos cultivos convencionais com diferentes vegetações de entorno e disposições espaciais foram analisados. Foram determinados os índices riqueza de espécies (S) que é o número total de espécies e morfoespécies coletadas; índice de abundância segundo Lamshead, Platt e Shaw (1983), calculado a partir das médias de cada espécie por amostra; índice de diversidade de Shannon (H') segundo Shannon (1948), que leva em consideração a uniformidade quantitativa de cada espécie em relação às demais; índice de similaridade calculado pela análise de Cluster (e medida de similaridade de Bray-Curtis), segundo Pielou (1984), que indica quão semelhantes dois substratos podem ser com relação às espécies encontradas; análise não métrica multidimensional (*nonmetric multidimensional scaling* NMDS, segundo Hammer et al. 2001), utilizando o índice de Bray-Curtis como medida de similaridade na matriz de associação, criando uma imagem dos grupos de tratamentos e suas distâncias de similaridade ; análise de variância de similaridades (ANOSIM, segundo Clarke, 1993); análise SIMPER (Porcentagem de Similaridade), que é um método simples para avaliar quais espécies são primariamente responsáveis pela dissimilaridade encontrada entre os grupos amostrados (CLARKE, 1993). Para identificar as relações entre as variáveis ambientais e

geográficas, que melhor explicam a similaridade da composição de espécies, realizou-se uma análise multivariada baseada em distância para um modelo linear (DISTLM, segundo Anderson et al. 2008). Também foram geradas as curvas de acumulação de indivíduos e as curvas de rarefação (GOTELLI; COLWELL, 2001). Foram utilizados os softwares Past[®] (HAMMER; HARPER; RIAN, 2001), EstimateS[®] (COLWELL, 2005) e Primer 6-Permanova+[®] (CLARKE; GORLEY, 2015).

Com os dados de riqueza e abundância de espécies foram calculadas a curva acumulada de indivíduos, a curva do coletor (Coleman), a curva de espécies únicas e duplicadas e o estimador de riqueza Bootstrap, que se baseia na riqueza e na abundância de espécies. Os índices de abundância, riqueza, diversidade H' , dados das morfoespécies de parasitoides coletadas, foram avaliados quanto a distribuição normal dos dados e posteriormente submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias, e analisados pelo teste de Tukey com valores de probabilidade exatos, utilizando o software Statistica[®] (STATSOFT, 2004).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados no total 2042 insetos de oito superfamílias, 23 famílias e 187 morfoespécies (TABELA 3) no total entre todos tratamentos. Em coletas realizadas em cafeeiros convencionais no sul de Minas Gerais Tomazella (2016) encontrou nove superfamílias, 21 famílias e 263 morfoespécies de parasitoides, entretanto Mendez (2007) coletou 20 famílias e seis superfamílias em cafeeiro convencional adjacente a um corredor de vegetação. Perioto et al (2004) encontraram 21 famílias em sistema convencional e, Silva (2016) em cafeeiros convencionais e em transição agroecológica encontrou nove superfamílias, 26 famílias e 143 morfoespécies. Ferreira, Silveira e Haro (2013), encontraram 26 famílias em sistema orgânico, onde se espera maior diversidade (ALTIERI, 1999). No mesmo trabalho, em café isolado encontraram oito superfamílias e 25 famílias, já em um talhão de café próximo ao fragmento 25 famílias e 9 superfamílias.

Santos e Pérez-Maluf (2012) em áreas de mata e cafezais em Vitória da Conquista, BA, coletaram oito superfamílias e 23 famílias. Em trabalho realizado em cafezais sombreados no México, Pak et al. (2015) encontraram 27 famílias e 164 morfoespécies. Portanto, neste trabalho, observa-se a ocorrência de praticamente todas as famílias de parasitoides encontradas em levantamentos realizados em cafezais em diversos lugares conduzidos com diferentes tipos de coleta, indicando que uma boa amostragem foi realizada.

As superfamílias mais coletadas no total de todas as áreas foram Chalcidoidea, Ichneumonoidea, Platygastroidea, Ceraphronoidea e Diaprioidea com 95,87% do total dos parasitoides coletados. As famílias mais abundantes coletadas em ordem decrescente foram Encyrtidae, Braconidae, Platygastriidae, Mymaridae, Aphelinidae, Ceraphronidae, Diapriidae, Ichneumonidae, Eulophidae e Figitidae.

Tabela 3 – Superfamílias e famílias de himenópteros parasitoides coletados em todos os tratamentos, e sua abundância, frequência relativa e riqueza. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

Superfamílias/Famílias	Abundância	Frequência relativa	Riqueza
1. CHALCIDOIDEA			
1. Aphelinidae	213	10,43%	8
2. Chalcididae	6	0,30%	4
3. Encyrtidae	512	25,07%	17
4. Eucharitidae	5	0,24%	1
5. Eulophidae	50	2,45%	16
6. Eupelmidae	1	0,05%	1
7. Mymaridae	212	10,38%	12
8. Ormyridae	1	0,05%	1
9. Pteromalidae	6	0,30%	5
10. Signiphoridae	2	0,10%	1
11. Trichogrammatidae	25	1,22%	4
Total	1033	50,57%	70
2. CHRYSIDOIDEA			
12. Bethylidae	19	0,93%	6
13. Chrysididae	3	0,15%	2
14. Dryinidae	13	0,64%	3
Total	35	1,72%	11
3. ICHNEUMONOIDEA			
15. Braconidae	264	12,93%	27
16. Ichneumonidae	80	3,92%	16
Total	344	16,85%	43
4. CERAPHRONOIDEA			
17. Ceraphronidae	177	8,67%	11
18. Megaspilidae	5	0,24%	3
Total	182	8,91%	14
5. DIAPRIOIDEA			
19. Diapriidae	166	8,13%	14
20. Monomachidae	8	0,39%	2
Total	174	8,52%	16
6. CYNIPOIDEA			
21. Figitidae	41	2,00%	7
Total	41	2,00%	7
7. EVANOIDEA			
22. Evaniidae	8	0,39%	2
Total	8	0,39%	2
8. PLATYGASTROIDEA			
23. Platygastriidae	225	11,02%	24
Total	225	11,02%	24
TOTAL GERAL	2042	100,00%	187

Detre as superfamílias, Chalcidoidea representou 50,57% dos parasitoides coletados, e também foi a que apresentou maior número de número de táxons diferentes, representado por 11 famílias e 70 morfoespécies. Ferreira, Silveira e Haro (2013) e Tomazella (2016) observaram em seus trabalhos Chalcidoidea como a superfamília mais abundante em suas coletas em cafeeiros no Sul de Minas Gerais. De acordo com Gibson et al.(1997) esta superfamília possui 19 famílias e é uma das mais diversas superfamílias de Hymenoptera, podendo ter como hospedeiros diversas ordens de Insecta, além de aranhas, ácaros e nematóides (HANSON e GAULD, 2006).

A família Encyrtidae apresentou maior abundância nas coletas realizadas, possui insetos que parasitam cigarrinhas, ovos ou larvas de Lepidoptera, Diptera e Coleoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera, Hemiptera (GOULET; HUBER, 1993). Segundo Vega et al. (1999) a família apresenta espécies que potencialmente são parasitoides da broca do café. Além disso, a grande abundância dessa família está relacionada a muitas espécies apresentarem poliembrionia, além da grande quantidade de hospedeiros (GIBSON; HUBER; WOOLEY, 1997). Ao avaliar a abundância de parasitoides dessa família neste estudo, observa-se no tratamento Cedro (183) indivíduos, Café (175), Pastagem (78) e Fragmento (76) (TABELA 4).

Tomazella (2016) também encontrou maior abundância de Encyrtidae em suas coletas (31,21%), bem próximo do encontrado neste trabalho (25,07%), Já Ferreira, Silveira e Haro (2013) encontraram menor abundância (14,22%), mas em seu trabalho também foi a família com maior abundância.

Braconidae, foi a segunda família mais abundante, e são apontados como importantes parasitoides do bicho-mineiro. No sul de Minas Gerais foram relatados os seguintes gêneros e espécies: *Centistidea striata* Pentead-Dias, 1999; *Orgilus niger* Pentead-Dias, 1999 e *Stiropius reticulatus* Pentead-Dias, 1999 entre os braconídeos (LOMELI-FLORES, 2007; PIERRE, 2011; MARQUES, 2017). Além disso, Braconidae é a segunda maior família em número e diversidade entre os insetos, que atuam como controladoras de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, dentre outros (SHARKEY, 1993). Em cafeeiros no Brasil são relatadas espécies relacionadas ao parasitismo de moscas das frutas (CAMARGOS, 2011) e lagartas desfolhadoras (FERNANDES, 2009). Avaliando a abundância de indivíduos braconídeos, foram coletados no tratamento Cedro (153) indivíduos, Café (62), Fragmento (38) e Pastagem (11), demonstrando o potencial do tratamento Cedro em hospedar indivíduos dessa família, importante para o controle biológico de pragas do cafeeiro (TABELA 4).

Platygastridae foi a terceira família mais abundante coletada, possuem hospedeiros em quase todas as ordens, mas especialmente Orthoptera e Hemiptera (GOULET; HUBER, 1993) e possuem potencial na regulação de pragas do café (TOMAZELLA, 2016).

Já Mymaridae representaram 10,46% dos parasitoides coletados. Tomazella (2016) encontrou 8,07%, e Ferreira, Silveira e Haro (2013) também afirmam que a família está entre as mais abundantes encontradas em cafeeiros no Sul de Minas Gerais. São parasitoides de ovos, tendo como principal hospedeiro insetos da Ordem Hemiptera. Em trabalho realizado por Vega et al. (1999) foi sugerido que possuem indivíduos parasitoides de ovos de broca do café com potencial a ser explorado, podendo estar associado aos parasitoides coletados neste trabalho. Ao avaliar a abundância de parasitoides dessa família neste estudo, observa-se no tratamento Cedro (67) indivíduos, Café (64), Pastagem (52) e Fragmento (29) (TABELA 4).

Nas áreas de estudo foram encontradas oito famílias de importância no controle biológico de pragas do café (TABELA 3). São elas Braconidae, Eulophidae, Bethylidae, Chalcididae, Diapriidae, Figitidae, Monomachidae e Pteromalidae. Elas correspondem juntas por 27,43% dos parasitoides coletados. Ferreira, Silveira e Haro (2013) encontraram oito famílias com importância e com maior representatividade amostral (42,60%), mas Tomazella (2016), Perioto et al. (2004) e Santos (2007) em cafeeiros sob o cultivo convencional observaram resultados semelhantes ao deste estudo 26,39%, 24,72% e 28,38% dos indivíduos coletados respectivamente.

É importante destacar a presença e abundância de Bethylidae, Braconidae e Eulophidae, que apresentam parasitoides relacionados ao controle do bicho-mineiro e broca do café. As famílias juntas correspondem a 16,31% dos parasitoides coletados, o que representa o potencial existente para o controle biológico das duas principais pragas do café. Tomazella (2016) e Ferreira, Silveira e Haro (2013) encontraram 10,19% e 12% respectivamente, resultados parecidos aos encontrados em nosso trabalho.

A família Bethylidae apresentou 0,93% dos indivíduos coletados. Dentre os parasitoides relacionados ao controle da broca do café, se destacam as espécies *Prorops nasuta* (Waterston, 1923) (Hymenoptera, Bethylidae) e *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethylidae), os quais são ectoparasitoides solitários de larvas, pré-pupas e pupas, que já foram encontrados em levantamentos de parasitoides dessa praga (FERREIRA; BUENO, 1995; BENASSI; BUSOLI, 2006; VEGA et al., 2009; MALDONADO; BENAVIDES, 2011). Neste trabalho registramos a ocorrência apenas de *P. nasuta*, em frutos brocados nas áreas de estudo.

A família Eulophidae representou 2,45% dos parasitoides coletados, esses atacam geralmente estágios imaturos de insetos holometábolos que vivem ocultos em tecidos vegetais, como minadores (Gibson et al. 1997). Possui parasitoides relacionados ao controle biológico da broca como a espécie *Physmatichus coffea* La Salle, 1990. Para o controle do bicho mineiro os parasitoides de maior relevância da família Eulophidae relatados no país são: *Cirrospilus* sp., *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1913; *Eulophus cemiostomastis* Mann, 1872; *Horismenus aenicollis* Ashmead, 1904; *Horismenus cupreus* (Ashmead, 1894); *Horismenus* sp., *Proacrias coffeae* Ihering, 1914; *Tetrastichus* sp., e *Ionympha* sp. como nova espécie relacionada à *L. coffeella*. Essas espécies foram coletadas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, sendo que algumas espécies foram ausentes em determinados estados (REIS; SOUZA, 2002; PERIOTO et al., 2004; MIRANDA, 2009; PERIOTO et al., 2009; FERNADES, 2013 MARQUES, 2017). Avaliando a abundância de parasitoides dessa família, foram coletados no tratamento Cedro (25) indivíduos, Pastagem (15), Café (4) e Fragmento (6).

Em relação às morfoespécies, no monocultivo café as mais abundantes foram Encyrtidae 7 e 6, seguidas por Ichneumonidae 1, Mymaridae 6, Braconidae 8 e Mymaridae 9 respectivamente. Já no cultivo convencional com vegetação de entorno Cedro, a morfoespécie Ceraphronidae 2 foi mais abundante, o que pode ser devido à grande quantidade encontrada também na vegetação de entorno Cedro. As morfoespécies Encyrtidae 7 e 6 também estão entre as mais abundantes e foram coletadas em todas as distâncias. Nesse tratamento também merece atenção a abundância Mymaridae 6, Braconidae 17, e Aphelinidae 1 e 2, tanto na vegetação de entorno como na intersecção e no cultivo cafeeiro (TABELA 4).

No cultivo convencional com vegetação de entorno fragmento florestal a morfoespécie 7 Encyrtidae foi a mais abundante, seguido de Platygastriidae 3 e foram presentes em todas as distâncias. Mymaridae 9 e Platygastriidae 4 também merecem atenção por sua maior abundância e por terem sido coletados na vegetação de entorno, na intersecção e no cultivo cafeeiro. Já no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno pastagem 7 Encyrtidae também foi a mais abundante, seguido de Platygastriidae 3 e foram presentes em todas as distâncias. Mymaridae 9 e 6 e Encyrtidae 6 e Ceraphronidae 2 também merecem atenção por sua maior abundância e por terem sido coletados na vegetação de entorno, na intersecção e no cultivo cafeeiro (TABELA 4).

Observando a abundância total de indivíduos em todas as áreas pode-se afirmar que as morfoespécies mais abundantes foram Encyrtidae 7 e 6, Ceraphronidae 2, Mymaridae 6 e 9, Platygastriidae 3, Aphelinidae 2 e Braconidae 8 respectivamente.

Levando-se em conta apenas as morfoespécies de oito principais famílias conhecidamente com indivíduos com importância para cafeicultura, o tratamento café com a vegetação de entorno cedro foi a que apresentou maior frequência dentre os insetos coletados (13,61%), seguido do tratamento café com a vegetação de entorno fragmento florestal (6,68%), monocultivo (4,89%) e café com vegetação de entorno pastagem (3,62%). Tomazella (2016) encontrou em cafeeiros convencionais sombreados com cedro 8,21% e para monocultivo (5,28%), resultados similares aos encontrados nesse trabalho. A menor abundância desses insetos no tratamento café com vegetação de entorno pastagem e monocultivo concorda com o proposto por Root (1973); Andow (1991); e Landis, Wratten e Gurr (2000) de que monoculturas têm menor diversidade de inimigos naturais quando comparados a cultivos diversificados, e no que diz respeito à importância para o agroecossistema e o agricultor, uma maior abundância destes insetos benéficos, o que pode implicar em menores gastos no sistema e maior equilíbrio ecológico.

Entre todas as morfoespécies coletadas neste trabalho, é possível que exista espécies relacionadas ao controle biológico de pragas do cafeeiro, o que poderá ser estudado após a identificação dessas.

MORFOESPÉCIES	CAFÉ						CEDRO						FRAGMENTO						PASTAGEM						TOTAL	
	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	TOT	FRT%
<i>Braconidae sp15</i>	1	1	0	0	0	2	0	0	1	5	11	17	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20	0,98	
<i>Encyrtidae sp13</i>	7	8	0	2	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	19	0,93
<i>Platygastridae sp5</i>	0	0	1	1	0	2	3	9	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	18	0,88	
<i>Platygastridae sp1</i>	0	0	1	0	3	4	0	0	1	3	0	4	0	1	0	3	0	4	1	0	2	0	0	3	15	0,73
<i>Platygastridae sp17</i>	0	1	2	1	1	5	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	5	13	0,64
<i>Platygastridae sp8</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	1	0	1	4	1	1	0	2	2	6	12	0,59
<i>Aphelinidae sp5</i>	0	0	4	3	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	11	0,54
<i>Ceraphronidae sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	10	0	0	0	0	1	1	11	0,54
<i>Dryinidae sp1</i>	0	1	0	3	0	4	0	0	0	0	1	1	0	1	4	1	0	6	0	0	0	0	0	0	11	0,54
<i>Platygastridae sp16</i>	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	5	0	2	0	0	0	0	2	11	0,54
<i>Diapriidae sp5</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	9	0	0	0	0	0	0	10	0,49
<i>Encyrtidae sp2</i>	0	0	2	0	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	3	0	0	1	1	1	3	10	0,49
<i>Encyrtidae sp5</i>	0	1	1	0	0	2	0	0	3	0	2	5	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	10	0,49
<i>Ichneumonidae sp6</i>	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	5	0	1	0	1	1	3	10	0,49
<i>Trichogrammatidae sp1</i>	1	0	2	0	2	5	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	2	10	0,49
<i>Ceraphronidae sp6</i>	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	7	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9	0,44
<i>Diapriidae sp10</i>	0	0	0	1	2	3	0	0	0	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	0,44
<i>Encyrtidae sp1</i>	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	4	0	0	1	1	1	3	9	0,44
<i>Platygastridae sp2</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	8	9	0,44
<i>Trichogrammatidae sp2</i>	1	1	1	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	4	9	0,44
<i>Diapriidae sp1</i>	0	0	1	0	0	1	2	2	0	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	2	8	0,39
<i>Diapriidae sp7</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	5	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	1	8	0,39
<i>Encyrtidae sp9</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	5	8	0,39	
<i>Diapriidae sp12</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	2	7	0,34
<i>Encyrtidae sp8</i>	0	0	0	2	3	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7	0,34
<i>Encyrtidae sp11</i>	2	0	1	0	0	3	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,34
<i>Encyrtidae sp12</i>	0	2	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	7	0,34

MORFOESPÉCIES	CAFÉ					CEDRO					FRAGMENTO					PASTAGEM					TOTAL					
	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	TOT	FRT%
<i>Mymarydae sp2</i>	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2	7	0,34	
<i>Braconidae sp1</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1	6	0,29
<i>Braconidae sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0	0	0	4	0	1	0	0	0	1	6	0,29
<i>Braconidae sp31</i>	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0,29
<i>Diapriidae sp9</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	5	0	0	0	0	0	0	6	0,29
<i>Diapriidae sp11</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	4	6	0,29
<i>Monomachidae sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	1	0	2	3	6	0,29
<i>Platygastridae sp18</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	5	6	0,29
<i>Aphelinidae sp8</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,24
<i>Bethylidae sp1</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	5	0,24
<i>Eucharitidae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0,24
<i>Eulophidae sp18</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	5	5	5	0,24
<i>Evaniidae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0,24
<i>Aphelinidae sp6</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	4	0,20
<i>Bethylidae sp3</i>	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	4	4	0,20
<i>Braconidae sp13</i>	2	0	1	0	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Braconidae sp32</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Ceraphronidae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	4	0,20
<i>Ceraphronidae sp11</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Diapriidae sp3</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4	0,20
<i>Encyrtidae sp14</i>	0	0	1	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Figitidae sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2	4	0,20
<i>Ichneumonidae sp14</i>	1	0	0	2	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Mymaridae sp5</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Platygastridae sp15</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	4	4	0,20
<i>Platygastridae sp22</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	4	0,20
<i>Bethylidae sp4</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	0,15

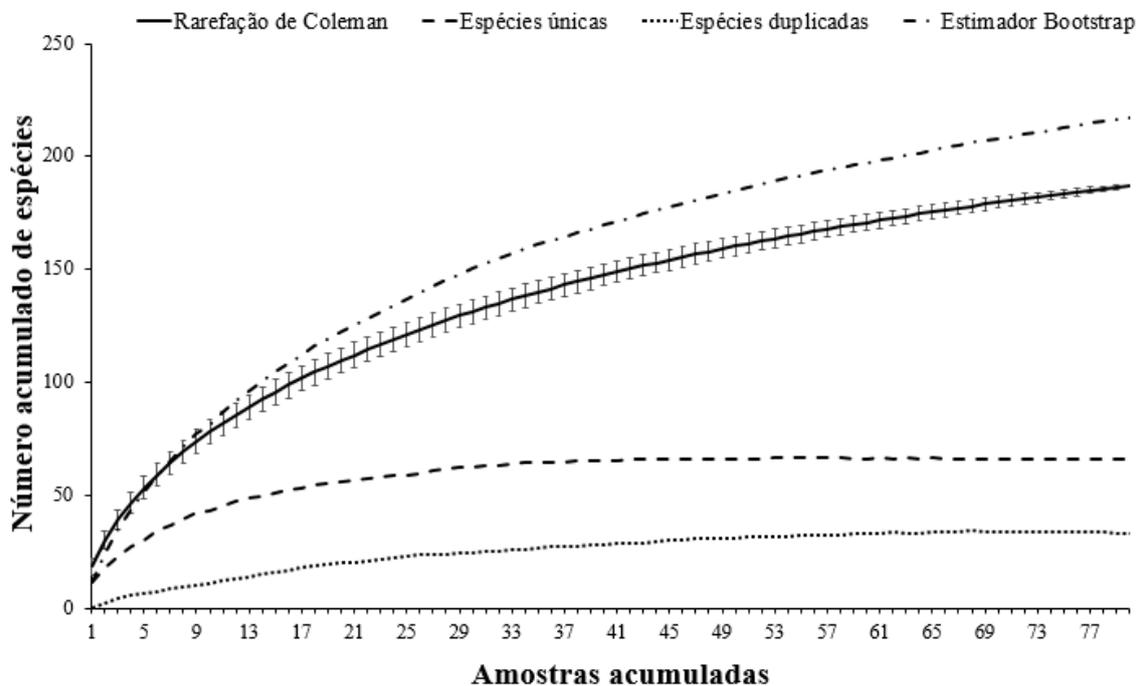
MORFOESPÉCIES	CAFÉ						CEDRO					FRAGMENTO					PASTAGEM					TOTAL				
	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	TOT	FRT%
<i>Braconidae sp9</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Braconidae sp10</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Braconidae sp11</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Braconidae sp19</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Braconidae sp20</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Braconidae sp22</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Ceraphronidae sp7</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Ceraphronidae sp8</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Chysidae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Encyrtidae sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Eulophidae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0,10	
<i>Eulophidae sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0,10	
<i>Eulophidae sp11</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Eulophidae sp15</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0,10
<i>Eulophidae sp16</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Figitidae sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,10	
<i>Ichneumonidae sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0,10	
<i>Ichneumonidae sp15</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Ichneumonidae sp21</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0,10	
<i>Monomachidae sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0,10	
<i>Mymaridae sp11</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Platygastridae sp6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	2	0,10	
<i>Platygastridae sp7</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Platygastridae sp28</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Platygastridae sp29</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Pteromalidae sp2</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,10	
<i>Signiphoridae sp2</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,10	

MORFOESPÉCIES	CAFÉ						CEDRO						FRAGMENTO						PASTAGEM						TOTAL	
	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	-40	-20	0	+10	+20	T	TOT	FRT%
TOTAL	98	75	95	104	118	490	144	192	163	173	164	836	49	81	77	78	81	366	36	39	69	102	104	350	2042	100

Analisando-se as curvas de rarefação para os dados de todas as coletas (FIGURA 5), verifica-se que o esforço amostral foi suficiente, sobretudo porque as curvas de Rarefação de Coleman (187 espécies) e o Estimador Bootstrap (216 espécies) estão próximas e as as curvas de espécies únicas e duplicadas começam a se aproximar no final das amostras, indicando que o total de espécies para as áreas estudadas foi praticamente alcançado. Assim a eficiência amostral foi de 86,57 %. De acordo com Efron e Tibshirani (1993), o estimador de bootstrap mostra o potencial de amostragem e comparando com a riqueza encontrada, podemos dizer se a amostragem foram suficientes ou não. Em média, uma relação de 80% ou mais é considerada eficiente, portanto, aqui podemos considerar que as coletas foram suficientes.

De acordo com estudo realizado por Tomazella (2020) em cafeeiros em monocultivo e consorciados com abacate, cedro, mogno, macadamia e teca, obteve uma eficiência amostral geral de 89,71%, obtendo também uma ótima suficiência amostral, resultados semelhantes 86,57 % foram encontrados neste trabalho.

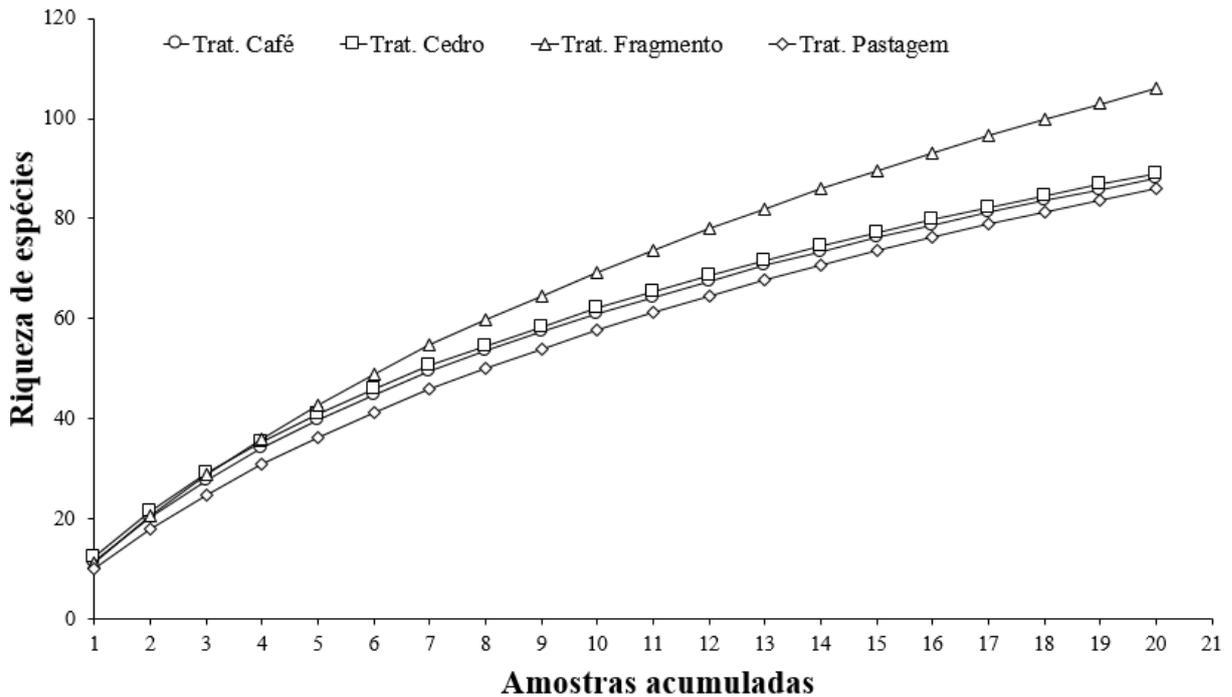
Figura 5 - Curvas de rarefação de Coleman, estimador Bootstrap e de indivíduos únicos e duplicados para todas as coletas. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: do Autor (2020)

A Figura 6 apresenta a riqueza de parasitoides acumuladas em cada um dos tratamentos. Observou-se que nos tratamentos não houve diferenças significativas na riqueza (TABELA 2). Ao analisar a suficiência amostral individual pode-se observar que no tratamento Café a Riqueza (88 espécies) e o Bootstrap (106,11 espécies) com 82,93% suficiência amostral, no Cedro com Riqueza (89 espécies) e o Bootstrap (107,02 espécies) com 82,79%, no Fragmento com Riqueza (106 espécies) e o Bootstrap (130 espécies) com 81,53% e na Pastagem com Riqueza (86 espécies) e o Bootstrap (104,96 espécies) com 81,93%, demonstrando assim que as amostragens foram suficientes.

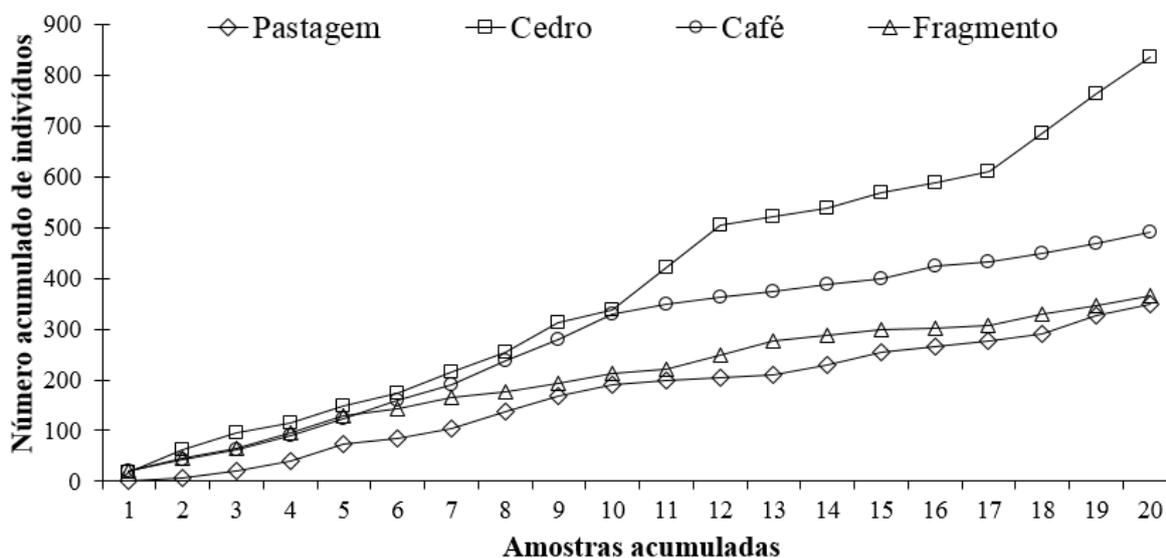
Figura 6 – Riqueza de espécies nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: do Autor (2020)

A curva de acumulação de indivíduos para cada um dos cafeeiros e suas respectivas vegetações de entorno (FIGURA 7) indicou maior acréscimo de indivíduos no início e com o decorrer das amostragens o acúmulo diminuiu, porém observaram-se diferenças nessa acumulação entre eles. Em ordem decrescente, acumularam mais indivíduos, de maneira mais rápida, os cafeeiros e vegetações de entorno Cedro (836), Café (490), Fragmento (366), Pastagem (350).

Figura 7 - Curva de acumulação de indivíduos parasitoides coletados nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020).

Os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas significativas referente a riqueza e diversidade. Porém apresentaram diferenças significativas quanto á abundância dos parasitoides coletados (TABELA 5), sendo o cafeeiro com a vegetação de entorno cedro mais abundante, quando comparado aos cafeeiros com vegetação de entorno fragmento e pastagem, já o monocultivo não apresentou diferenças entre eles.

Tabela 5 - Número de indivíduos, riqueza (S) e índice de Shannon (H') em cada tratamento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

	ABUNDÂNCIA *	RIQUEZA (S) n.s	(H') n.s
Cedro	836 a	89	3,55
Café	490 ab	88	3,54
Fragmento	366 b	106	4,07
Pastagem	350 b	86	3,74

Fonte: Do Autor (2020)

n.s. Não significativo pelo teste de Tukey com $p < 0.05$

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey $p < 0.05$

De acordo com Perioto et al. 2002; Fernandes, 2013; Ferreira et al. 2013; Tomazella, 2016, o cafeeiro pode abrigar uma grande variedade de parasitóides, não importa onde seja cultivado no Brasil, o café hospeda cerca de 26 famílias de parasitóides, o que significa que há alimento suficiente, abrigo e outras necessidades essenciais para todos. Porém em nosso estudo

observa-se diferença significativa na abundância de parasitoides coletados no tratamento Cedro, isso possivelmente se deve ao fato a esse ambiente ter mais recursos disponíveis aos parasitoides, hospedeiros e poliembrionia de algumas famílias.

O cedro não tem uma floração intensa, mas é atacado por *Hypsipyla grandella* Zeller danificando as sementes (CASTRO et al., 2018) e como lepidóptero, possui muitos parasitoides das famílias encontradas neste estudo. Além disso ao analisar a Tabela 4 podemos observar que há grande presença de parasitoides da família Encyrtidae que está relacionada a muitas espécies apresentarem poliembrionia, além da grande quantidade de hospedeiros (GIBSON; HUBER; WOOLEY, 1997).

Além disso, levando-se em conta apenas as morfoespécies de oito principais famílias conhecidamente com indivíduos com importância para cafeicultura, o tratamento café com a vegetação de entorno cedro foi a que apresentou maior frequência dentre os insetos coletados (13,61%).

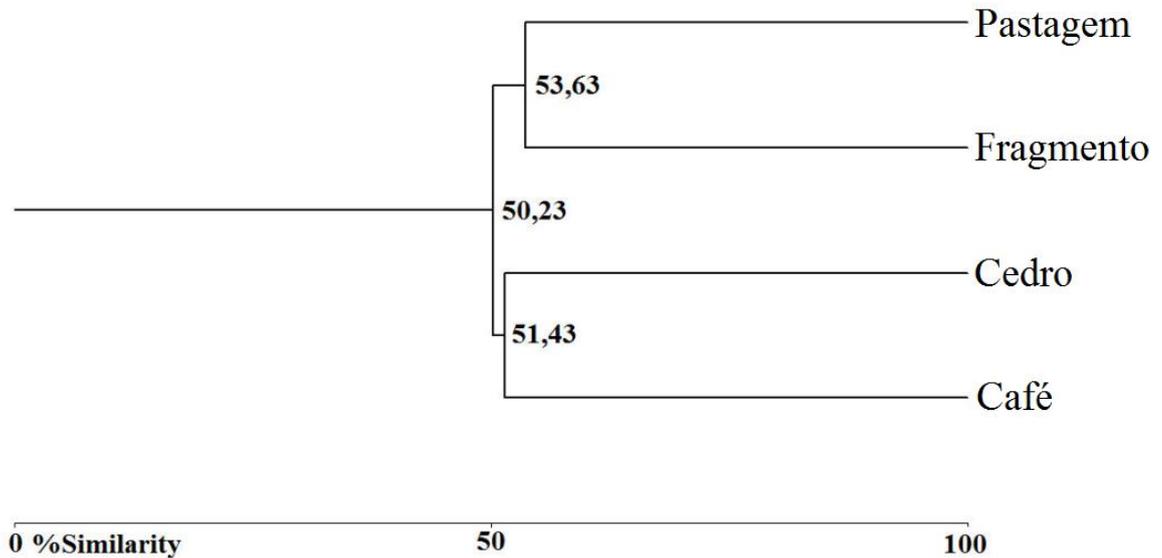
A manutenção de inimigos naturais de pragas num sistema agrícola pode ser feita por via da conservação, ou seja, pelo manejo da vegetação adjacente ou dentro destas culturas (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; RICKETTS, 2004; CHACOFF; AIZEN, 2006; VÁZQUEZ, 2014).

Tomazella (2020) concluiu que, utilizar abacate, mogno, cedro, macadamia e teca para diversificar a cultura do café tem um bom impacto na abundância e riqueza das famílias Braconidae, Eulophidae e Mymaridae, o que pode ser confirmado neste estudo no tratamento cedro com abundância maior de parasitoides dessas famílias. Além disso, essas plantas têm viabilidade econômica e podem servir de refúgio para os insetos benéficos, além de valorizar a plantação.

Com relação à similaridade entre os tratamentos, a análise de Cluster indica uma semelhança em torno de 50%. Os cafeeiros com a vegetação de entorno fragmento florestal e pastagem possuem uma similaridade de 53,63% entre eles. Já o cultivo convencional com vegetação de entorno cedro e o monocultivo uma similaridade de 51,34%. Isso possivelmente se deve ao fato de as espécies relacionadas ao cafeeiro representarem a maioria dessa similaridade, como temos a avaliação dessas com suas respectivas áreas de entorno (Figura 8).

Este resultado era esperado, pois a similaridade entre os ambientes está ligada à diversidade beta e tal índice relaciona-se com a heterogeneidade ambiental que acarreta diferenças nas composições dos táxons (HALLFER; MORENO, 2005).

Figura 8 - Diagrama da análise de Cluster (índice de Bray-Curtis) indicando as similaridades nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

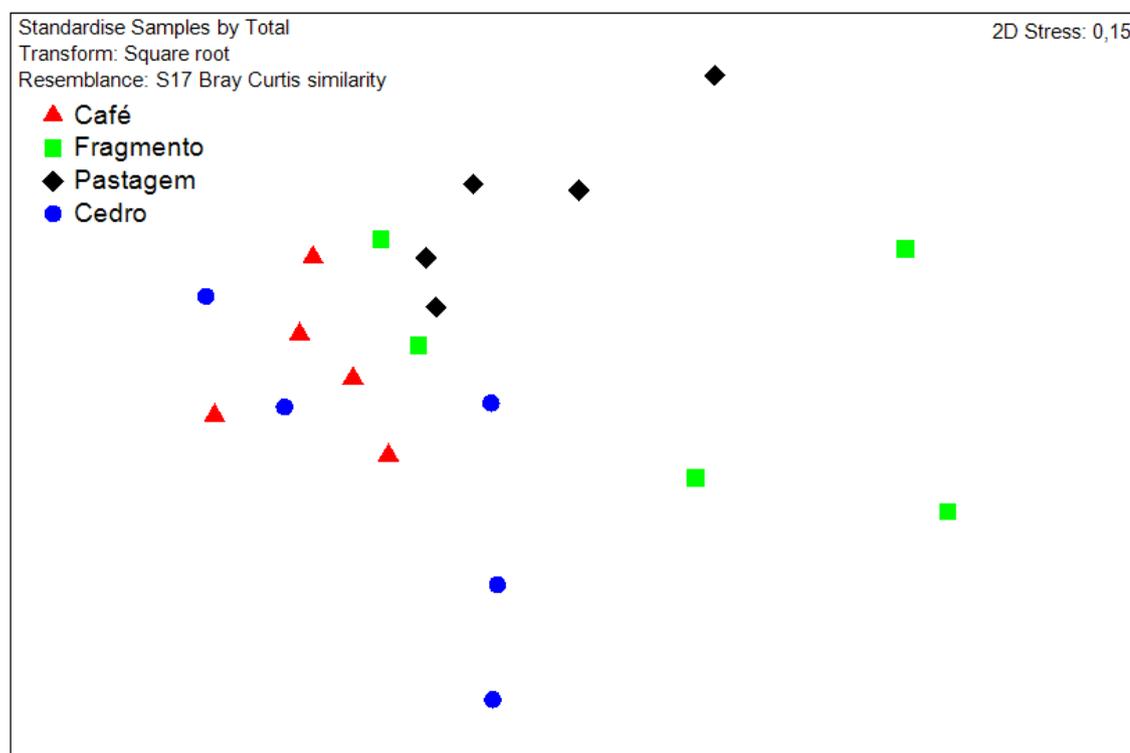


Fonte: Do Autor (2020)

Pela análise NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico) pode-se demonstrar, graficamente, que os tratamentos foram dissimilares (FIGURA 9). Mediante análise do gráfico, observa-se que os pontos de cada tratamento, em sua maioria, formam agrupamentos que não são concidentes. O teste ANOSIM comprovou o observado pela NMDS, pois observou-se diferença significativa na similaridade da composição dos táxons nos diferentes tratamentos, com resultado significativo ($< 0,05$) os grupos são considerados diferentes (Clarke 1993) e observando os valores de significância para diferença dos tratamentos Café e Cedro, Café e Fragmento, Café e Pastagem, Cedro e Fragmento, Cedro e Pastagem apresentam diferença significativa, já Fragmento e Pastagem não foram significativamente diferentes (TABELA 6).

Tomazella (2020) concluiu que cafeeiros em monocultivo, diversificados e fragmento nativo, também foram dissimilares formando na análise NMDS grupos isolados, e ANOSIM confirmando as diferenças estatísticas na composição de táxons com $p < 0,05$.

Figura 9 - Representação gráfica da ordenação por escalonamento não-métrico (NMDS) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 6 – ANOSIM para comunidade de morfoespécies de parasitoides coletados em diferentes cafeeiros com sua vegetação de entorno, comparações par a par com $R_{Global} = 0,378$, nível de significância $p = 0,05$ e 999 permutações. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

Tratamentos	R	Nível de significância p
Café, Cedro	0,428	0,008
Café, Fragmento	0,412	0,008
Café, Pastagem	0,568	0,008
Cedro, Fragmento	0,32	0,032
Cedro, Pastagem	0,488	0,008
Fragmento, Pastagem	0,204	0,087

Fonte: Do Autor (2020)

A diferença observada no NMDS e ANOSIM pode ser melhor entendida pela análise de SIMPER, que é um método simples para avaliar quais as espécies são as principais responsáveis pela diferença encontrada entre os grupos amostrados. Segundo esta análise existe uma dissimilaridade geral de 70,91% entre todos os tratamentos, e as morfespécies responsáveis pelas maiores diferenças são: Encyrtidae sp6 e 7, que juntas contribuíram em 12,60%; Ceraphronidae sp2, que representa 5,37% da diferença entre os tratamentos; Mymaridae sp6 com 4,20%; e Braconidae sp8 com 3,45%. A dissimilaridade acumulada devido a estas morfospécies citadas foi de 25,62%. Das 187 morfospécies coletadas, 24 delas contribuíram por mais de 60% pela diferença entre os tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de similaridade (SIMPER) de todos os tratamentos, mostrando a contribuição média de cada espécie (C%), a contribuição acumulada (Ac%) e a abundância de cada espécie em cada tratamento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

Taxon	C %	Ac%	CAFÉ	CEDRO	FRAGM.	PASTO
<i>Encyrtidae sp6</i>	6,42	6,42	11,2	15,2	2,2	3,8
<i>Encyrtidae sp7</i>	6,18	12,60	13,6	15,4	9,2	7,6
<i>Ceraphronidae sp2</i>	5,37	17,97	1,4	16,4	1,6	3,8
<i>Mymaridae sp6</i>	4,20	22,17	6,6	8,2	3,2	4,4
<i>Braconidae sp8</i>	3,45	25,62	5,8	5,6	1	1
<i>Mymaridae sp9</i>	3,00	28,62	4,8	4,6	1,4	4,8
<i>Ichneumonidae sp1</i>	2,91	31,53	7,8	0,2	0,2	0,6
<i>Aphelinidae sp1</i>	2,84	34,37	3	8	0,8	0,8
<i>Braconidae sp17</i>	2,44	36,80	0,4	8,2	0	0
<i>Aphelinidae sp2</i>	2,30	39,11	1,8	6,6	1,2	3,8
<i>Diapriidae sp14</i>	2,22	41,33	1,2	5,6	0,8	1,2
<i>Platygastridae sp3</i>	2,20	43,53	1,2	2,8	4,2	6
<i>Aphelinidae sp4</i>	2,01	45,54	0,2	6,2	0,6	0
<i>Braconidae sp4</i>	1,69	47,24	1,6	4,2	0,6	0,4
<i>Diapriidae sp8</i>	1,69	48,93	1,6	4	0,6	0
<i>Aphelinidae sp7</i>	1,54	50,47	0,4	4,8	0	0,2
<i>Platygastridae sp4</i>	1,45	51,91	1,2	1,6	3	1,2
<i>Diapriidae sp6</i>	1,43	53,34	0	3	2	0,2
<i>Encyrtidae sp13</i>	1,42	54,77	3,4	0	0	0,4
<i>Eulophidae sp7</i>	1,40	56,17	0	4,6	0,2	0
<i>Encyrtidae sp4</i>	1,37	57,54	1,6	2,6	1,2	1
<i>Braconidae sp2</i>	1,35	58,89	1,2	2,4	1,4	0,4
<i>Ceraphronidae sp5</i>	1,23	60,12	1,4	1,4	1,6	0
<i>Braconidae sp21</i>	1,22	61,33	0,6	3,6	0,2	0
<i>Braconidae sp15</i>	1,13	62,46	0,4	3,4	0,2	0
<i>Figitidae sp1</i>	1,03	63,49	0,2	2	1,8	1,8
<i>Platygastridae sp5</i>	0,94	64,43	0,4	2,8	0	0,4
<i>Ceraphronidae sp3</i>	0,83	65,26	0	0	2	0,2
<i>Diapriidae sp5</i>	0,78	66,04	0,2	0	1,8	0
<i>Platygastridae sp1</i>	0,77	66,81	0,8	0,8	0,8	0,6
<i>Platygastridae sp16</i>	0,74	67,55	0,8	0	1	0,4
<i>Aphelinidae sp5</i>	0,73	68,28	1,8	0	0,2	0,2
<i>Dryinidae sp1</i>	0,71	68,99	0,8	0,2	1,2	0
<i>Platygastridae sp8</i>	0,66	69,65	0	0,4	0,8	1,2
<i>Platygastridae sp17</i>	0,60	70,25	1	0,4	0,2	1
<i>Encyrtidae sp5</i>	0,60	70,85	0,4	1	0,6	0
<i>Platygastridae sp2</i>	0,60	71,45	0,2	0	0	1,6
<i>Trichogrammatidae sp2</i>	0,59	72,04	1	0	0	0,8
<i>Encyrtidae sp12</i>	0,54	72,58	1,2	0	0	0,2
<i>Encyrtidae sp9</i>	0,53	73,11	0	0,6	0	1
<i>Ceraphronidae sp6</i>	0,51	73,62	0	1,4	0,4	0
<i>Encyrtidae sp1</i>	0,51	74,14	0,4	0	0,8	0,6

Taxon	C %	Ac%	CAFÉ	CEDRO	FRAGM.	PASTO
<i>Encyrtidae sp2</i>	0,50	74,64	0,6	0,2	0,6	0,6
<i>Trichogrammatidae sp1</i>	0,50	75,14	1	0,4	0,2	0,4
<i>Diapriidae sp10</i>	0,49	75,63	0,6	1	0	0,2
<i>Ichneumonidae sp6</i>	0,48	76,11	0,4	0	1	0,6
<i>Eulophidae sp18</i>	0,48	76,59	0	0	0	1
<i>Braconidae sp31</i>	0,47	77,06	0,6	0	0,6	0
<i>Platygastridae sp18</i>	0,45	77,52	0,2	0	0	1
<i>Diapriidae sp9</i>	0,45	77,97	0,2	0	1	0
<i>Diapriidae sp7</i>	0,44	78,41	0	1	0,4	0,2
<i>Encyrtidae sp8</i>	0,44	78,85	1	0,2	0,2	0
<i>Encyrtidae sp11</i>	0,43	79,27	0,6	0,8	0	0
<i>Braconidae sp3</i>	0,43	79,70	0	0,2	0,8	0,2
<i>Diapriidae sp1</i>	0,42	80,12	0,2	0,8	0,2	0,4
<i>Monomachidae sp2</i>	0,42	80,54	0	0	0,6	0,6
<i>Diapriidae sp12</i>	0,38	80,91	0,2	0,4	0,4	0,4
<i>Diapriidae sp11</i>	0,36	81,28	0	0,2	0,2	0,8
<i>Eucharitidae sp1</i>	0,36	81,63	0	0,2	0,8	0
<i>Mymarydae sp2</i>	0,35	81,98	0,6	0	0,4	0,4
<i>Evaniidae sp1</i>	0,33	82,32	0	0,4	0,6	0
<i>Platygastridae sp22</i>	0,31	82,63	0	0	0,8	0
<i>Braconidae sp1</i>	0,31	82,93	0,2	0,4	0,4	0,2
<i>Ceraphronidae sp1</i>	0,30	83,23	0	0	0	0,8
<i>Bethylidae sp3</i>	0,29	83,52	0,4	0	0	0,4
<i>Mymaridae sp5</i>	0,29	83,81	0,2	0	0,6	0
<i>Bethylidae sp1</i>	0,29	84,10	0,2	0,2	0,4	0,2
<i>Ceraphronidae sp11</i>	0,28	84,38	0	0,6	0,2	0
<i>Encyrtidae sp14</i>	0,28	84,65	0,8	0	0	0
<i>Aphelinidae sp8</i>	0,27	84,92	0	1	0	0
<i>Platygastridae sp15</i>	0,27	85,20	0,2	0	0	0,6
<i>Figitidae sp2</i>	0,27	85,47	0	0,2	0,2	0,4
<i>Braconidae sp13</i>	0,27	85,73	0,6	0,2	0	0
<i>Aphelinidae sp6</i>	0,26	86,00	0,4	0	0,2	0,2
<i>Ichneumonidae sp14</i>	0,26	86,25	0,6	0,2	0	0
<i>Ceraphronidae sp4</i>	0,25	86,51	0	0	0,6	0
<i>Evaniidae sp2</i>	0,25	86,76	0	0	0,6	0
<i>Figitidae sp5</i>	0,25	87,01	0	0	0	0,6
<i>Diapriidae sp3</i>	0,25	87,26	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Diapriidae sp15</i>	0,24	87,50	0	0	0,6	0
<i>Bethylidae sp6</i>	0,23	87,73	0	0	0,6	0
<i>Platygastridae sp9</i>	0,23	87,96	0	0	0,6	0
<i>Ichneumonidae sp23</i>	0,23	88,20	0	0	0,6	0
<i>Braconidae sp32</i>	0,23	88,43	0,2	0,4	0,2	0
<i>Platygastridae sp10</i>	0,22	88,65	0,2	0	0,2	0,2
<i>Megaspilidae sp2</i>	0,22	88,87	0,2	0	0,2	0,2
<i>Eulophidae sp10</i>	0,21	89,08	0,2	0	0,2	0,2
<i>Trichogrammatidae sp5</i>	0,21	89,28	0,2	0	0,4	0
<i>Diapriidae sp4</i>	0,20	89,49	0	0	0,4	0,2

Taxon	C %	Ac%	CAFÉ	CEDRO	FRAGM.	PASTO
<i>Ichneumonidae sp3</i>	0,20	89,69	0,2	0	0	0,4
<i>Mymaridae sp1</i>	0,20	89,89	0,2	0	0	0,4
<i>Platygastridae sp12</i>	0,19	90,09	0,4	0,2	0	0
<i>Ceraphronidae sp10</i>	0,19	90,28	0	0,6	0	0
<i>Bethylidae sp4</i>	0,19	90,46	0,2	0	0,2	0,2
<i>Trichogrammatidae sp4</i>	0,18	90,64	0	0,4	0	0,2
<i>Chalcididae sp1</i>	0,18	90,82	0	0,4	0,2	0
<i>Platygastridae sp19</i>	0,17	90,99	0	0,6	0	0
<i>Encyrtidae sp17</i>	0,17	91,16	0,2	0,4	0	0
<i>Ichneumonidae sp11</i>	0,17	91,33	0,2	0,2	0	0,2
<i>Platygastridae sp11</i>	0,17	91,50	0,2	0,4	0	0
<i>Monomachidae sp1</i>	0,17	91,67	0	0	0	0,4
<i>Platygastridae sp6</i>	0,16	91,83	0	0	0,2	0,2
<i>Eulophidae sp1</i>	0,16	92,00	0	0	0	0,4
<i>Bethylidae sp2</i>	0,16	92,16	0,4	0	0	0
<i>Braconidae sp6</i>	0,16	92,31	0	0	0,4	0
<i>Braconidae sp10</i>	0,16	92,47	0	0	0,4	0
<i>Platygastridae sp28</i>	0,16	92,63	0	0	0,4	0
<i>Platygastridae sp7</i>	0,15	92,78	0,2	0	0,2	0
<i>Braconidae sp11</i>	0,15	92,93	0,2	0	0,2	0
<i>Eulophidae sp3</i>	0,15	93,08	0	0	0	0,4
<i>Eulophidae sp16</i>	0,14	93,22	0,2	0	0,2	0
<i>Pteromalidae sp2</i>	0,14	93,36	0,2	0	0,2	0
<i>Ichneumonidae sp2</i>	0,14	93,50	0	0	0	0,4
<i>Ichneumonidae sp21</i>	0,14	93,63	0	0	0,2	0,2
<i>Eulophidae sp15</i>	0,14	93,77	0	0	0,2	0,2
<i>Bethylidae sp7</i>	0,13	93,90	0	0	0	0,4
<i>Ceraphronidae sp7</i>	0,13	94,04	0	0,2	0,2	0
<i>Signiphoridae sp2</i>	0,13	94,17	0,2	0	0	0,2
<i>Braconidae sp5</i>	0,13	94,30	0	0,2	0,2	0
<i>Braconidae sp19</i>	0,13	94,43	0	0,2	0,2	0
<i>Ceraphronidae sp8</i>	0,13	94,56	0	0,4	0	0
<i>Platygastridae sp29</i>	0,13	94,68	0	0,4	0	0
<i>Encyrtidae sp3</i>	0,12	94,81	0	0,2	0,2	0
<i>Braconidae sp7</i>	0,12	94,93	0	0,2	0,2	0
<i>Braconidae sp9</i>	0,12	95,06	0	0,2	0,2	0
<i>Mymaridae sp11</i>	0,12	95,18	0,2	0,2	0	0
<i>Ichneumonidae sp15</i>	0,12	95,30	0,2	0,2	0	0
<i>Figitidae sp4</i>	0,12	95,41	0	0,2	0	0,2
<i>Braconidae sp22</i>	0,12	95,53	0	0,4	0	0
<i>Eulophidae sp11</i>	0,11	95,65	0	0,4	0	0
<i>Braconidae sp20</i>	0,11	95,76	0	0,4	0	0
<i>Chysididae sp1</i>	0,10	95,86	0	0,4	0	0
<i>Eulophidae sp12</i>	0,10	95,96	0	0	0	0,2
<i>Dryinidae sp3</i>	0,10	96,07	0	0	0	0,2
<i>Diapriidae sp2</i>	0,10	96,17	0	0	0	0,2
<i>Ichneumonidae sp20</i>	0,10	96,26	0	0	0,2	0

Taxon	C %	Ac%	CAFÉ	CEDRO	FRAGM.	PASTO
<i>Ichneumonidae sp10</i>	0,10	96,36	0	0	0,2	0
<i>Ichneumonidae sp9</i>	0,10	96,46	0	0	0,2	0
<i>Figitidae sp8</i>	0,10	96,55	0	0	0,2	0
<i>Braconidae sp26</i>	0,10	96,65	0	0	0,2	0
<i>Pteromalidae sp3</i>	0,09	96,73	0,2	0	0	0
<i>Figitidae sp7</i>	0,09	96,82	0,2	0	0	0
<i>Eulophidae sp17</i>	0,09	96,90	0,2	0	0	0
<i>Braconidae sp14</i>	0,09	96,99	0,2	0	0	0
<i>Pteromalidae sp4</i>	0,08	97,07	0	0	0	0,2
<i>Pteromalidae sp1</i>	0,08	97,15	0	0	0	0,2
<i>Eulophidae sp13</i>	0,08	97,23	0	0	0	0,2
<i>Platygastridae sp24</i>	0,08	97,31	0	0	0,2	0
<i>Platygastridae sp14</i>	0,08	97,39	0	0	0,2	0
<i>Megaspilidae sp3</i>	0,08	97,47	0	0	0,2	0
<i>Eupelmidae sp1</i>	0,08	97,55	0	0	0,2	0
<i>Aphelinidae sp3</i>	0,08	97,63	0	0	0,2	0
<i>Platygastridae sp27</i>	0,08	97,71	0	0	0,2	0
<i>Mymaridae sp13</i>	0,08	97,79	0	0	0,2	0
<i>Ichneumonidae sp8</i>	0,08	97,86	0	0	0,2	0
<i>Ichneumonidae sp7</i>	0,08	97,94	0	0	0,2	0
<i>Eulophidae sp19</i>	0,08	98,02	0	0	0,2	0
<i>Eulophidae sp8</i>	0,08	98,10	0	0	0,2	0
<i>Encyrtidae sp19</i>	0,08	98,18	0	0	0,2	0
<i>Chalcididae sp3</i>	0,08	98,25	0	0	0,2	0
<i>Braconidae sp28</i>	0,08	98,33	0	0	0,2	0
<i>Mymaridae sp10</i>	0,08	98,41	0,2	0	0	0
<i>Braconidae sp27</i>	0,08	98,48	0,2	0	0	0
<i>Chalcididae sp2</i>	0,07	98,56	0,2	0	0	0
<i>Braconidae sp16</i>	0,07	98,63	0,2	0	0	0
<i>Encyrtidae sp18</i>	0,07	98,70	0	0	0	0,2
<i>Encyrtidae sp15</i>	0,07	98,76	0	0	0	0,2
<i>Mymaridae sp4</i>	0,07	98,83	0	0	0	0,2
<i>Mymarydae sp3</i>	0,07	98,90	0	0	0	0,2
<i>Ichneumonidae sp5</i>	0,07	98,97	0	0	0	0,2
<i>Eulophidae sp5</i>	0,07	99,03	0	0	0	0,2
<i>Eulophidae sp4</i>	0,07	99,10	0	0	0	0,2
<i>Chysididae sp2</i>	0,07	99,17	0	0	0	0,2
<i>Figitidae sp6</i>	0,07	99,24	0,2	0	0	0
<i>Eulophidae sp9</i>	0,07	99,30	0,2	0	0	0
<i>Pteromalidae sp5</i>	0,06	99,37	0	0,2	0	0
<i>Mymaridae sp14</i>	0,06	99,43	0	0,2	0	0
<i>Dryinidae sp2</i>	0,06	99,49	0	0,2	0	0
<i>Platygastridae sp13</i>	0,06	99,55	0	0,2	0	0
<i>Mymaridae sp7</i>	0,06	99,61	0	0,2	0	0
<i>Ichneumonidae sp24</i>	0,06	99,67	0	0,2	0	0
<i>Ceraphronidae sp12</i>	0,06	99,73	0	0,2	0	0
<i>Ormyridae sp1</i>	0,06	99,78	0	0,2	0	0

Taxon	C %	Ac%	CAFÉ	CEDRO	FRAGM.	PASTO
<i>Megaspilidae sp1</i>	0,06	99,84	0	0,2	0	0
<i>Braconidae sp29</i>	0,06	99,90	0	0,2	0	0
<i>Chalcididae sp4</i>	0,05	99,95	0	0,2	0	0
<i>Braconidae sp18</i>	0,05	100,0	0	0,2	0	0

Fonte: Do Autor (2020)

Utilizou-se o DistLM para verificar quais variáveis melhor explicam a similaridade da estrutura da comunidade dos táxons utilizando o índice de similaridade Bray-Curtis, após transformação dos dados. De acordo com os testes marginais do DistLM observa-se que as variáveis “estação”, “inseticidas” e “abertura de dossel”, apresentaram valor de p significativo, indicando influência sobre a estrutura dos táxons coletados nos tratamentos (TABELA 8).

Tabela 8 – Testes Marginais da análise DistLM, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

Grupos	Marginal tests					
	SS(trace)	Pseudo-F	p	Prop.	res.df	regr.df
Tratamentos	3841,3	1,4078	0,083	6,01E-02	22	2
Estação	9542,9	3,8644	0,001	0,14941	22	2
Inseticidas	4186,3	1,5431	0,042	6,55E-02	22	2
Abertura Dossel	4691,8	1,7442	0,017	7,35E-02	22	2

Fonte: Do Autor (2020)

Através da seleção de modelos feita ao selecionar a opção “best” no software PRIMER, verifica-se que o melhor modelo contém todas variáveis (“vegetação de entorno”, “estação”, “inseticidas” e “abertura de dossel”) com o R^2 ajustado de 0,1856, ou seja, explicando 18,56% do observado (TABELA 9).

Segundo Machado et al., (2014), a dinâmica populacional das pragas do cafeeiro e inimigos naturais varia em função das regiões de cultivo e também devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema. Conforme demonstrado, podemos observar que as variáveis vegetação de entorno, estação, inseticidas e abertura de dossel influenciam sobre a estrutura dos táxons de parasitoides coletados nos diferentes tratamentos.

Os insetos são seres pecilotérmicos, ou seja, seu metabolismo sofre influência das condições climáticas, conseqüentemente, a sua sobrevivência é drasticamente afetada pelos fatores abióticos. Muitas vezes as condições climáticas podem influenciar a sobrevivência,

dispersão dos inimigos naturais (PINTO; PARRA, 2002). O comportamento de busca do parasitoide pelo seu hospedeiro pode ser influenciado por fatores abióticos, como temperatura, velocidade do vento e chuva (SILVA, 2007). Assim podemos afirmar que a estação vai influenciar diretamente nesses fatores, e na distribuição na estrutura dos táxons.

Sabe-se que o aumento da diversificação vegetal e do sombreamento do cafeeiro pode influenciar nas pragas e inimigos naturais, criando condições de temperaturas mais amenas, podendo favorecer inimigos naturais (LOMELI-FLORES; BARREIRA; BERNAL, 2010; AMARAL et al., 2010; REZENDE et al., 2014). A abertura do dossel nesse caso pode ter influenciado nessas condições, influenciando na estrutura dos táxons.

Tabela 9 – Melhores modelos ajustados da análise DistLM, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

Melhores modelos ajustados				
R ² ajustado	R ²	RSS	Núm. Grupos	Combinações
0,1856	0,32724	42970	4	todos
0,16635	0,27509	46301	3	1-3
0,16518	0,27407	46366	3	1;2;4
0,1648	0,27374	46387	3	2-4
0,14885	0,22287	49636	2	2-4
0,14019	0,21495	50142	2	2;3
0,13427	0,20955	50487	2	1;2
0,11075	0,14941	54328	1	2
5,45E-02	0,17783	52513	3	1;3;4
4,24E-02	0,12568	55844	2	1;3

Fonte: Do Autor (2020)

Através da seleção de modelos feita ao selecionar a opção “all specified” no software PRIMER, podemos observar que a variável que melhor explica a similaridade da estrutura comunidade de táxons é a “estação” com o R² ajustado de 0,116849, representando 11,68%; os inseticidas explicam apenas 2,93% e a abertura do dossel 2,21%. No entanto ao observar a contribuição de todos modelos juntos podemos observar um valor de R² ajustado de 0.1856 representando 18,56% da explicação (TABELA 10).

Tabela 10 – Testes sequenciais da análise DistLM, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, nos cultivos de café convencional com diferentes vegetações de entorno: cultivo convencional com vegetação de entorno pastagem, cedro, café, fragmento. Março de 2018 a agosto de 2019. Coqueiral, MG.

Grupos	Testes sequenciais							
	R ² ajustado	SS (trace)	Pseudo-F	p	Prop.	Cumul.	GL res.	GL regr.
Tratamentos	1,74E-02	3841,3	1,4078	0,065	6,01E-02	6,01E-02	22	2
Estação	0,13427	9542,9	3,9694	0,001	0,14941	0,20955	21	3
Inseticidas	0,16635	4185,8	1,8081	0,006	6,55E-02	0,27509	20	4
Abertura de Dossel	0,1856	3330,9	1,4728	0,053	5,22E-02	0,32724	19	5
Specified solution	R ² ajustado 0,1856	R ² 0,32724	RSS 42970	Núm. Grupos 4	Combinação Todos			

Fonte: Do Autor (2020)

Dentre os fatores que contribuíram para as diferenças, nos valores dos índices obtidos nos tratamentos, tem o uso de inseticidas e acaricidas que contribuíram com 2,93% da explicação. Em relação ao uso de agrotóxicos foram observadas pequenas diferenças associadas ao número de aplicações realizadas e ingrediente ativo utilizado (TABELA 2).

Com base nos dados apresentados na Tabela 2, é possível agrupar os tratamentos, em relação ao número de aplicações realizadas, ao longo do período de amostragem. No tratamento Fragmento foi realizado o maior número de aplicações de inseticidas 8, e os tratamentos Café, Cedro e Pastagem realizaram o menor número 4.

De modo geral, o uso de inseticidas e acaricidas na regulação de artrópodes-praga associados aos cultivos agrícolas representam a principal estratégia de manejo desses organismos (POPP et al., 2013). Contudo o uso desses compostos diminui populações de inimigos naturais; de acordo com Ndakidemi et al. (2016), inseticidas químicos afetam a sobrevivência, redução na capacidade reprodutiva, dentre outros fatores que reduzem a atuação desses organismos nos agroecossistemas. Podendo assim influenciar os táxons coletados nos tratamentos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que existe uma riqueza representativa de famílias de himenópteros parasitoides coletados em cafeeiros com diferentes vegetações de entorno e em monocultivo. Foi observado o registro de todas as principais famílias constatadas no controle biológico das pragas do café, podendo ter várias espécies importantes nas áreas estudadas.

A conservação ou implantação de vegetações de entorno em cafezais com cedro australiano é uma boa forma de diversificação do cultivo, pois trazem benefícios ecológicos, contribuindo para um aumento da diversidade de parasitoides.

A abertura do dossel, aplicação de inseticidas e estação do ano influenciam diretamente na similaridade das diferentes morfoespécies encontradas nos diferentes tratamentos.

O cultivo do cafeeiro com vegetação de entorno cedro australiano merece atenção pela maior abundância de famílias de parasitoides encontrados relacionados ao controle biológico. Portanto o cultivo de cedro deve ser melhor estudado, para compreender o que têm de especial para atrair e manter inimigos naturais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SANTOS, C. M. A.; RESENDE, A. L. S.; SOUZA, S. A. S.; COSTA, J. R.; RICCI, M. S. F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24). Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/bot024.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2014.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.74, n1/3, p.19-31, 1999.
- ALTIERI, M. A.; LETORNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Oxford, v. 1, p. 405-430, 1982.
- AMARAL, D. S.; VENZON, M.; PALLINI, A.; LIMA, P.C.; SOUZA, O. A Diversificação da vegetação reduz o ataque o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- ANDERSON M.J.; GORLEY R. N.; CLARKE K.R. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: **Guide to Software and Statistical Methods**. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 561–586, 1991.
- BENASSI, V.L.R.M.; BUSOLI, A. C. Levantamento de parasitóides da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006. Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: Procafé, 2006.
- CAMARGOS, M.G.; ALVARENGA, C.D.; GIUSTOLIN, T.A.; STRIKIS, P.C. Moscas frugívoras (Diptera: Lonchaeidae) em cafezais irrigados no norte de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.4, p.615-617. 2011.
- CASTRO, M. T.; MOTALVÃO, S.C.L.; MONNERAT, R.G. Ocorrência de *Hypsipyla grandella* Zeller em Frutos e Sementes de Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em Brasília. **Floresta e Ambiente** v.25, p.1-4, 2018.
- CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering pre montane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 43, n. 1, p. 18-27, 2006.
- CHIVERTON, P. A.; SOTHERTON, N. W. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crops edges. **Journal of Applied Ecology** v.28, p.1027-1039, 1991.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, Inglaterra, v.18, p.117-143, 1993.

Clarke, KR, Gorley, RN, 2015. **PRIMER v7: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth, 296pp.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistic estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Storrs-Mansfield, 2005. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 12 out. 2015.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café, primeiro levantamento, janeiro/2017**. Brasília, 2017. 98 p.

EFRON, B. TIBSHIRANI, R.J. **An Introduction to the Bootstrap**, 1st edn. New York: Chapman & Hall, Edição 1993. 430 p.

FERNANDES, D.R.R. **Moscas frugívoras, lepidópteros desfolhadores e seus parasitoides (Hymenoptera) associados ao cultivo de café, em Cravinhos-SP**. 2009. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), FCAV/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FERNANDES, L.G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2013. 199 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FERREIRA, A. J.; BUENO, V. H. P. Ocorrência da vespa de Uganda, *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyridae) na região de Lavras-MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, p.226-227, 1995.

FERREIRA, F. Z.; SILVEIRA, L. C. P.; HARO, M. M. Families of Hymenoptera parasitoids in Organic coffee cultivation in Santo Antonio do Amparo, MG, Brazil. **Coffee Science**, v. 8, p. 1-4, 2013.

GIBSON, G. A. P.; HUBER, J. T.; WOOLLEY, J. B. **Annotated keys to the general of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)**. Ottawa:NRC Research Press, 1997.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: An identification guide to families**. Ottawa:Agriculture Canadá,1993.

HALFFTER, G.; MORENO, C.E. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. In: HALFFTER, G.; SOBERÓN, J.; KOLEFF, P.; MELIC, A. (Ed.). **Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma**. Zaragoza: Acribia, 2005. p. 5-18, 237 p. (Monografias Tercer Milenio, 4).

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, Espanha, v.4, n.1, 9pp, 2001.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera de la Región Neotropical**. Memoirs of the American entomological Institute. Gainesville: FL, 2006. 994p.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, London*, v. 270, n. 1518, p. 955-961, 2003.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecol. Lett.** 8, 468–479, 2005

LAMBSHEAD, P. J. D.; PLATT, H. M.; SHAW, K. M. Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. **Journal Natural History**, London, v. 17, p. 859-874, 1983.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual review of entomology**, v. 45, p. 175–201, 2000.

LANDIS, D.A., GARDINER, M.M., VAN DER WERF, W., SWINTON, S.M. Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. **Proc. Natl. Acad. Sci, U. S. A.** 105, 20552–20557, 2008.

LOMELI-FLORES, J. R. **Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, Mexico**. 2007. 203 p. (Doctor of Philosophy) - Texas A&M University, Texas, 2007.

LOMELI-FLORES, J.R.; BARREIRA, J.F.; BERNAL, J.S. Impacts of weather, shadecover and elevation on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics and natural enemies. **Crop Protection**, v.29, n.9, p.1029-1048, 2010.

MACFADYEN et al. Early-season movement dynamics of phytophagous pest and natural enemies across a native vegetation-crop ecotone. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.200, p.110-118, 2015.

MACHADO, J. L.; SILVA, R. A.; SOUZA, J. C. de; FIGUEIREDO, U. J.; CARVALHO, T. A. F; MATOS, C. S. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

MAPA. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil**, 2020. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>> Acesso em: 04 dez. 2020

MALDONADO L., C.E.; BENAVIDES M., P. Diferenciación genética y biológica del parasitoide de la broca del café, *Prorops nasuta*, en Colombia. **Revista Cenicafé** 62 (2): p.41-57. 2011.

MARQUES, K. B. S. C. **Infestação e parasitismo de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842) em cafeeiros em transição agroecológica**. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2017.

MENDEZ, H. A. G. **Influência de corredor de vegetação na riqueza e abundância de scarabaeinae e de parasitoides em um agroecossistema cafeeiro**. 2007. 49p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2007.

MIRANDA, N.F. **Parasitóides (Hym., Eulophidae) de bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lep., Lyonetiidae)**. 2009. 44 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

NDAKIDEMI, B. et al. Impacts of synthetic and botanical pesticides on beneficial insects. **Agricultural Sciences**, Wuhan, v. 7, n. 6, p. 364-372, 2016

NICHOLLS, C. I, M. P. PARELLA & M. A. ALTIERI. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. **Landscape Ecology**, Hague, v.16, p.133-146, 2001.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Barueri, SP: Manole, 2002. cap. 19, p. 325-342.

PAK, D.; IVERSON, A. L.; ENNIS, K. K.; GONTHIER, D. J.; VANDERMEER, J. H. Wasps benefit from shade tree size and landscape complexity in Mexican coffee agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 206, p. 21–32, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.03.017>>. Acesso em 17 mar. 2015.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R. Himenópteros parasitóides (Insecta , Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L .) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto , SP , Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico** 46: p.165–168, 2002.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SELEGATO, A.; LUCIANO, E. S. Himenópteros parasitoides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arábica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 7, n. 1, p. 41–44, 2004.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; MIRANDA, N.F.; FERNANDES, D.R.R.; MARTINELLI, N.M.; COSTA, V.A. Uma nova espécie de *Ionympha* (Hymenoptera, Eulophidae), primeiro registro do gênero para o Brasil e de seu parasitismo sobre *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2009., Bento Gonçalves. **Anais...** Londrina: SEB, 2009. 1 CD-ROM.

PIELOU, E. C. The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. **Journal Wiley**, New York, v. 13, n. 40, p. 63-81, 1984.

PIERRE, L.S.R. **Níveis populacionais de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) e a ocorrência de seus parasitoides em sistemas de produção de café orgânico e convencional**. 2011. 98p. Tese (Doutorado em Ciências/Entomologia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2011.

POPP, J. et al. Pesticide productivity and food security: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, Les Ulis, v. 33, n. 1, p. 243-255, 2013.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Insetos na folha. **Cultivar**, Pelotas – RS, v.4, n.38, p. 30-33, 2002.

REZENDE, M.Q.; VENZON, M.; PERES A.L.; Cardoso I.M.; Janssen A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.188, p.198-203, 2014.

RICKETTS, T. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. **Conservation Biology**, London, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2004.

ROOT, R. B. Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, n. 1, p. 95–124, 1973. Disponível

em:<<http://www.jstor.org/stable/1942161>\n<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1942161.pdf?acceptTC=true>>. Acesso em 27 set. 2015.

RUSCH, A.; VALANTIN-MORISON, M.; SARTHOU, J.P.; ROGER-ESTRADE, J.P. Biological control of insect pests in agroecosystems: effects of crop management, farming systems and semi-natural habitats at the landscape scale. **A review. Adv. Agron.** 109, 219–260, 2010.

SANTOS, P. S.; PÉREZ-MALUF, R. Diversidade de himenópteros parasitoides em áreas de mata de cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA. **Magistra**, v.24, p. 84–90, 2012.

SHANNON, C.E. (1948) **A mathematical theory of communication**. Bell System Technical Journal, 1948, 379–423p.

SHARKEY, M. J. Family Braconidae. In: GOULET, H.; HUBER, J. T. (Ed.) **Hymenoptera of the world: na identification guide to families**. Ottawa: Research Branch Agriculture Canada Publication, 1993. 668 p. p. 362-395.

SILVA, C. S. B. **Dispersão do parasitóide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e sua interação com algumas variáveis ambientais em agroecossistemas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L)**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SILVA, G. R. **Himenópteros parasitoides em áreas de transição agroecológica e construção conjunta do conhecimento**. 2016. 63p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Extensão). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2007.

SILVA, R.A.; SOUZA, J. C. de.; REIS, P.R.; CARVALHO, T.A.F. de.; ALVES, J.P. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Pragas do cafeeiro: reconhecimento e controle**. Viçosa, MG: CTP, 2000. 54 p.

StatSoft, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com. (2004)

THOMAS, M. B., S. D. WRATTEN & N. W. SOTHERTON. Creation of 'island' habitats on farm land to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. **Journal of Applied Ecology**, v.28, p. 906-917, 1991.

TOMAZELLA, V. B. **Diversidade de inimigos naturais em cafezais sombreados**. 2016. 69p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2016.

TOMAZELLA, V. B. **Implications of diversification in coffee crop on four parasitoid families**. 2020. 70 p. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2020.

TSCHARNTKE, T.; BOMMARCO, R.; CLOUGH, Y.; CRIST, T.O.; KLEIJN, D.; RAND, T.A.; TYLIANAKIS, J. M.; NOUHUYS, S.; VAN VIDAL, S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. **Biol. Control**, v. 43, 294–309, 2007.

TSCHUMI, M.; ALBRECHT, M.; ENTLING, M.H.; JACOT, K. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. **Proc. R. Soc. B** 282, 20151369, 2015.

VÁZQUEZ L.L.; ELÓSEGUI O.; LEYVA L.; POLANCO A.; BECERRA M.; MONZÓN S.; RODRÍGUEZ A.; TAMAYO E.; TOLEDO C.; NAVARRO A.; GARCÍA M. Ocurrencia de epizootias causadas por *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill. en poblaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en las zonas cafetaleras de Cuba. **Fitosanidad**, v.14, p. 111-116, 2010.

VEGA, F.E.; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; JARAMILLO, J. The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. **Terrestrial Arthropod Reviews**, Washington, v. 2, n. 2, p. 129-147, 2009.

VEGA, F. E.; MERCADIER, G.; DAMON, A.; KIRK, A. Natural enemies of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* in Togo and Cote d'Ivoire, and other insects associated with coffee beans. **African entomology**, v. 7, n. 2, p. 243–248, 1999.

VENZON, M.; REZENDE, M. Q.; CRUZ, F. A. R.; MATOS, M. C. B.; OLIVEIRA, J. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 67-75. 2014.

CAPÍTULO 4
INFESTAÇÃO DA BROCA E OCORRÊNCIA DE *Prorops nasuta* EM CAFEEIROS
COM DIFERENTES VEGETAÇÕES DE ENTORNO

RESUMO

A broca-do-café é uma das pragas mais severas do cafeeiro em todo o mundo, pois ao atacar os frutos nos diferentes estágios de maturação, reduz a produtividade e a qualidade do fruto. O seu controle pode ser realizado por meio de inimigos naturais, e dentre os parasitoides se destaca a espécie *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae). O presente trabalho teve como objetivo verificar a infestação da broca-do-café e ocorrência de parasitoides associados em cafeeiros com diferentes vegetações de entorno, visando a utilização destes agentes de controle biológico em futuros programas de Manejo Integrado de Pragas. A avaliação da infestação da broca foi realizada de janeiro a maio de 2018 e 2019, foram observados seis pontos de dez frutos em 30 plantas, avaliando os terços superior, médio e inferior e um total de 1.800 frutos por talhão. As amostragens de emergência de parasitoides foram feitas em julho de 2018 e maio de 2019 em talhões de *Coffea arabica* sob manejo convencional em Coqueiral, MG. Foram coletados frutos danificados pela broca em 50 pontos ao acaso, em caminhamento zigue-zague. Os grãos foram embalados em envelopes de papel e posteriormente divididos em recipientes para avaliação da emergência, mantidos no laboratório da UFLA em condição ambiente, coletando-se os parasitoides emergidos por um período de 40 dias. A infestação da broca do cafeeiro foi maior em cafeeiro com cedro australiano servindo de quebra vento, acima e abaixo do cultivo. No ano de 2018 foram coletados 127 parasitoides no período da avaliação, e em 2019 foram coletados um total de 34 nos tratamentos avaliados, todos da espécie *P. nasuta*, sendo este o primeiro registro dessa espécie em plantações de café nessa região. Estes resultados preliminares indicam que esta espécie de parasitoide encontra condições ambientes favoráveis ao seu estabelecimento e propagação em cafeeiros convencionais no Sul de Minas. Potencialmente, portanto, é possível que *P. nasuta* exerça alguma pressão de parasitismo e/ou predação sobre a população da broca-do-café, o que necessita de estudos mais avançados, mas que aponta para mais uma alternativa de controle biológico de *H. hampei* no sul de Minas Gerais.

Palavras chave: *Coffea arabica*, Vespa de Uganda, *Hypothenemos hampei*

ABSTRACT

The coffee berry borer is one of the most severe pests of coffee in the world, because by attacking the fruits at different stages of ripeness, it reduces the productivity and quality of the fruit. Its control can be carried out by means of natural enemies, and among the parasitoids stands out the species *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae). The present study aimed to verify the infestation of the coffee berry borer and the occurrence of associated parasitoids in coffee trees with different vegetation in the surroundings, aiming at the use of these biological control agents in future Integrated Pest Management programs. The evaluation of the borer infestation was carried out from January to May 2018 and 2019, six points of ten fruits were observed in 30 plants, evaluating the upper, middle and lower thirds and a total of 1800 fruits per plot. Emergency sampling of parasitoids was carried out in July 2018 and May 2019 in plots of *Coffea arabica* under conventional management in Coqueiral, MG. Drill damaged fruits were collected at 50 points at random, in a zigzag path. The grains were packed in paper envelopes and later divided into containers for emergency assessment, kept in the UFLA laboratory under ambient conditions, collecting the emerged parasitoids for a period of 40 days. The infestation of the coffee berry borer was higher in coffee trees with Australian red cedar serving as a windbreak, above and below the cultivation. In 2018, 127 parasitoids were collected in the evaluation period, and in 2019 a total of 34 were collected in the evaluated treatments, all of the species *P. nasuta*, this being the first record of this species in coffee plantations in this region. These preliminary results indicate that this species finds favorable environmental conditions for its establishment and propagation in conventional coffee trees in the South of Minas. Potentially, therefore, it is possible for *P. nasuta* to exert some pressure of parasitism and / or predation on the coffee borer population, which requires more advanced studies, but which points to yet another alternative for biological control of *H. hampei* in the south of Minas Gerais.

Keywords: *Coffea arabica*, Uganda wasp, *Hypothenemos hampei*

1 INTRODUÇÃO

Segundo Cure et al., (2020) o café depois do petróleo, é a commodity mais valiosa em termo de valores totais (colheita para xícara de café), e enfrenta graves problemas com as pragas.

A produção do cafeeiro é afetada por diversos fatores em maior ou menor intensidade. Dentre as pragas destaca-se a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) (SILVA et al., 2014). É uma das pragas mais severas do cafeeiro em todo o mundo, pois ao atacar os frutos nos diferentes estágios de maturação, reduz a produtividade e a qualidade do fruto.

Essa praga é a responsável pelos maiores danos diretos a cultura, onde as perdas anuais causadas no Brasil superam US\$ 300 milhões (OLIVEIRA et al., 2013). Segundo Bigueti (2017) a broca do café está sendo a principal preocupação do setor cafeeiro nesta safra no Sul de Minas. Dados obtidos pela Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ), principal cooperativa de café do país, acusam que até o momento a praga causou 13% de queda de produção nas lavouras e redução de 21% no peso dos grãos no Sul de Minas.

Quanto aos inimigos naturais da broca-do-café, os mais importantes são os parasitoides de origem africana, *Prorops nasuta* (Waterston, 1923) (Hymenoptera: Bethyridae); *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyridae); *Heterospilus coffeicola* Schneiderknecht, 1924 (Hymenoptera: Braconidae), e, *Phymastichus coffea* La Salle, 1990 (Hymenoptera: Eulophidae) (VEGA et al., 2009).

Segundo Mendoza et al., (1994) ambas as espécies *P. nasuta* e *C. stephanoderis* apresentam características biológicas e comportamentais similares. As fêmeas destas espécies atuam como predadoras e são eficientes parasitoide da broca do café, se alimentando de ovos e larvas da broca e parasitam larvas, pré pupas e pupas jovens. As fêmeas entram pelo mesmo orifício feito pela broca, no interior as vespas matam primeiro as brocas adultas, eliminando qualquer risco que elas possam exercer contra sua prole. Posteriormente eliminam ovos e larvas jovens da broca e iniciam progressivamente o parasitismo das larvas desenvolvidas e pupas da broca.

Em experimento realizado na Colômbia, observou-se que um parasitoide de *P.nasuta* tem capacidade de parasitar até 1,6 grãos infestados pela broca, preda até 29 brocas adultas e 8 estádios imaturos diariamente, podendo sobreviver 8 dias quando se alimenta exclusivamente

de adultos e 77 dias quando se alimentam de imaturos da broca (MALDONADO; BENAVIDES, 2011)

As fêmeas de *C. stephanoderis* também se comportam exclusivamente como predadoras durante o período de pré-oviposição e continuam alimentando-se de seu hospedeiro mesmo depois de começar a fase de reprodução. Embora fêmeas de *C. stephanoderis* também se comportem como predadoras, alimentando-se de formas imaturas da broca do café, a oviposição ocorre preferencialmente na fase de pré-pupa e pupa da broca, possibilitando o desenvolvimento parasitário de sua prole sobre seu hospedeiro (LAUZIÈRE et al., 1999)

Estudos que examinam a relação entre as características da escala da paisagem no controle de pragas estão se tornando mais comuns (BENNETT; GRATTON, 2012), inclusive há um crescente reconhecimento de que o manejo de pragas através de parasitoides requer uma abordagem em nível da paisagem (CHAPLIN-KRAMER; KREMEN, 2012). No entanto, ainda há uma compreensão limitada sobre quais fatores influenciam a distribuição espacial e temporal dos serviços de ecossistemas mediados por artrópodes e como estes podem ser manipulados para auxiliar no controle de pragas (MACFADYEN et al., 2015).

A determinação da dispersão dos insetos em resposta à diversidade vegetal da paisagem, e a verificação de que certos tipos de associações de plantas circundando cultivos servem como corredores para o movimento de artrópodes em monoculturas, são estudos interessantes, os quais têm implicações de grande relevância para o planejamento do Manejo Integrado de Pragas em nível da paisagem (THOMSON; HOFFMANN, 2013).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Vista Longa (coordenadas 21°12'58.56"S; 45°22'35.00"O), município de Coqueiral/MG Brasil, em lavouras conduzidas sob sistema de cultivo convencional com diferentes vegetações de entorno, pertencentes a produtores da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ). Os levantamentos foram realizados em cinco áreas de cultivo de café convencional com diferentes vegetações de entorno por um período de dois anos. Conforme a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), essa cidade pertence à mesorregião do Sul e Sudoeste Mineiro. O município de Coqueiral está localizado na região sul de Minas Gerais, na micro-região do Baixo Sapucaí; faz divisa com os municípios de Boa Esperança, Santana da Vargem, Aguanil e Nepomuceno. Sua altitude está a 860 metros acima do nível do mar e sua excelente topografia é banhada pelas águas de Furnas. O clima tropical é de altitude, com temperatura média de 25 °C. A precipitação média é de 1500 mm ao ano e a umidade relativa do ar é de 70%. Esta região se caracteriza por ter como principal fonte de renda o plantio do café cultivado no sistema convencional, ou seja, monocultivo a pleno sol.

Foram avaliados no estudo cinco tratamentos em lavouras conduzidas sob sistema de cultivo convencional com diferentes tipos de vegetação de entorno, sendo: a) uma com Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) (Sapindales: Meliaceae) apresentando 10 anos de idade e espaçamento 3 x 2m, adjacente ao cultivo cafeeiro (Cedro 1); b) uma com Cedro australiano (Cedro 2) com 5 anos de idade com função de quebra vento, composta por duas linhas de plantio acima de cedro de cada lado do talhão de café c) uma de Fragmento florestal estacional semidecidual com mata nativa (Fragmento); d) uma de pastagem (*Brachiaria* Trin. Griseb) (Poales: Poaceae) (Pastagem), e e) uma de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) (Gentianales: Rubiaceae) em monocultura, sem vegetação de entorno adjacente (Café). Algumas características das lavouras e vegetações de entorno que foram estudadas, quanto a área, cultivar, densidade de plantas, idade, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Talhões experimentais de café convencional utilizados para os experimentos, de acordo com a vegetação de entorno. Coqueiral, MG, 2017.

Vegetação de Entorno	Coordenadas	Altitude	Área (ha)	Cultivar	Espaçamento (m)	Idade (anos)
Cedro 1	21°12'28.72"S/ 45°23'0.86"O	880m	1,5	Catucaí	3,6 x 0,65	5
Cedro 2	21°13'31.30"S/ 45°22'24.30"O	895m	1,5	Catucaí	3,7 x 0,7	15
Café	21°13'10.77"S/ 45°22'28.78"O	893m	1,8	Mundo Novo	3,7 x 0,65	15
Fragmento florestal	21°13'26.22"S/ 45°22'0.06"O	900m	1,5	Catucaí	3,6 x 0,6	6
Pastagem	21°12'26.10"S/ 45°22'30.27"O	875m	1	Catucaí	3,6 x 1	20

Fonte: Do autor (2017).

2.1 Amostragens

2.1.1 Avaliação da Infestação da Broca-do-café

A avaliação da infestação da broca foi realizada de janeiro a maio de 2018 e 2019, em todos os tratamentos. A metodologia utilizada para a avaliação da infestação da broca-do-café foi avaliando o broqueamento dos frutos (%) nessas lavouras por meio de planilha de campo, foram observados 6 pontos de dez frutos em 30 plantas, avaliando os terços superior, médio e inferior e um total de 1.800 frutos por talhão (SOUZA et al., 2011).

2.1.2 Avaliação da Emergência de Parasitoides da Broca-do-café

Na safra de 2018/2019 e 2019/2020 foram coletados frutos de café brocados e foram levados ao Laboratório de Controle Biológico Conservativo da Universidade Federal de Lavras (UFLA) para avaliação de emergência dos parasitoides.

A primeira amostragem foi realizada em julho de 2018 em somente um talhão de 1,5 ha de café sob manejo convencional com a vegetação de entorno cedro 2, e que no momento apresentava infestação de 22,5% dos frutos por *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Foram coletados no total 11,2 kg de frutos danificados pela broca em 50 pontos ao acaso, em caminhamento zigue-zague. Os grãos foram embalados em envelopes de papel e posteriormente divididos em 4 tipos de recipientes para avaliação da emergência, em frascos plásticos, um com uma camada de areia autoclavada no fundo e ventilação forçada (Pote areia),

outro com tampa feita com elástico e tecido voile (Caixa Maior) e em frascos de vidro com ventilação forçada (Pote ar) e sem ventilação com tampa (Pote sem ar) , onde foram mantidos os frutos brocados no laboratório da UFLA em condições ambientes, coletando-se os parasitoides emergidos por um período de 40 dias (FIGURA 1).

Figura 1 – Recipientes utilizados para avaliação de emergência de parasitoides de frutos brocados. (A) Pote ar (600g), (B) Caixa Maior, (C) Pote areia (200g), (D) Pote sem ar (200g). Julho de 2018. Lavras, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

A segunda amostragem foi realizada em maio de 2019 em todos os cinco tratamentos, totalizando 7 ha de *Coffea arabica* sob manejo convencional com diferentes vegetações de entorno (TABELA 1). Foram coletados 750 gramas de frutos em cada área, no total 3,75 kg de frutos danificados pela broca em 50 pontos ao acaso, em caminhamento zigue-zague. Os grãos foram embalados em envelopes de papel e posteriormente, contados divididos em 5 frascos de vidro com 600 frutos brocados de cada área, colocados em potes de vidro com ventilação forçada no laboratório da UFLA em condições ambientes, coletando-se os parasitoides emergidos por um período de 40 dias (FIGURA 2).

Figura 2 – Potes de vidro com ar utilizados para avaliação de emergência de parasitoides de frutos brocados. Maio de 2019. Lavras, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

2.2 Análise Estatística

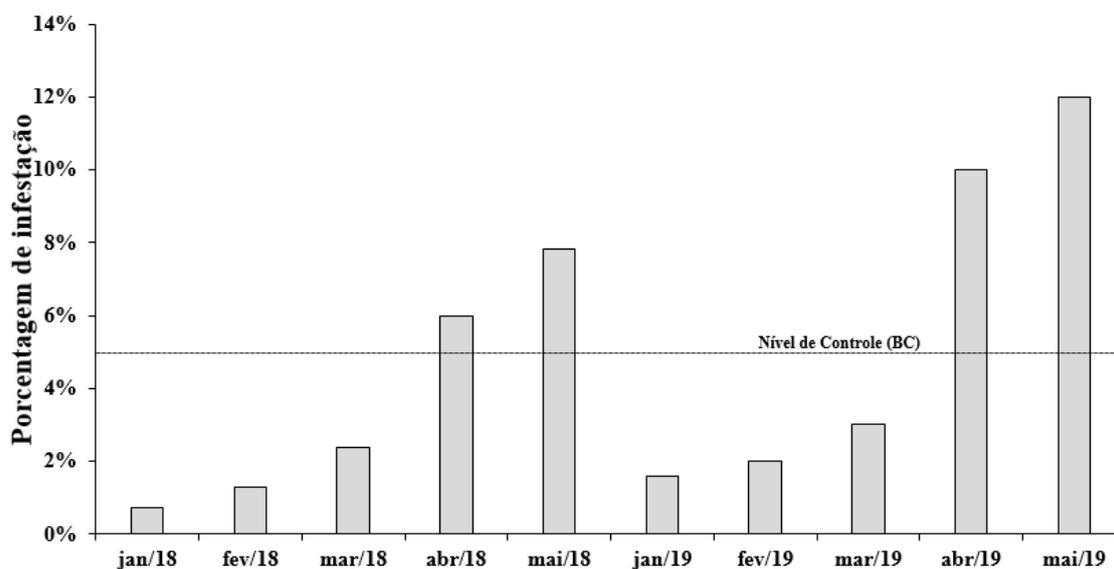
O índice de infestação da broca-do-café foi avaliado nos cinco tratamentos, os dados foram avaliados quanto a distribuição normal e posteriormente submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias, e analisados pelo teste de Tukey com valores de probabilidade exatos, utilizando o software Statistica® (STATSOFT, 2004)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram que em todos os sistemas estudados a broca-do-café ocorreu durante todo período de estudo, atingindo o nível de controle (5%) nos tratamentos café em monocultivo, e com vegetação de entorno cedro australiano nas duas conformações. Em pesquisas realizadas em São Sebastião do Paraíso em cafeeiros convencionais de 2004 a 2013, houve a ocorrência da broca em todo período de estudo, porém o nível de infestação foi bastante variável (MACHADO et al., 2014). Em avaliações realizadas no sul de Minas Gerais de 2015 a 2018, a incidência da broca também se mostrou bastante variável (SILVA et al., 2019).

No presente estudo o maior índice de infestação no monocultivo de café foi verificado nos meses de abril e maio atingindo os valores de 6% e 7,8% em 2018, e 2019 de 10% e 12%, respectivamente (FIGURA 3). Já no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Cedro 1, o maior índice de infestação foi verificado no mês de maio de 2018 e 2019, atingindo os valores de 5% e 5,33%, respectivamente (FIGURA 4). No cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Cedro 2, o maior índice de infestação foi constatado no mês de maio de 2018, atingindo 22% e no ano de 2019 foi constatado em abril e maio, atingindo 16% (FIGURA 5). O cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Fragmento florestal apresentou maior índice de infestação nos meses de abril e maio de 2019, atingindo os valores de 4% (FIGURA 6). No cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Pastagem, o maior índice de infestação foi constatado nos meses de maio de 2018 e 2019, atingindo 4,83% e 3,5%, respectivamente (FIGURA 7).

Figura 3 – Variação na porcentagem de infestação (%) da broca em relação ao nível de controle, no monocultivo café. Janeiro a maio de 2018 e 2019. Coqueiral, MG.



Fonte: Do Autor (2020)

Figura 4 – Variação na porcentagem de infestação (%) da broca em relação ao nível de controle, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 1. Janeiro a maio de 2018 e 2019. Coqueiral, MG.

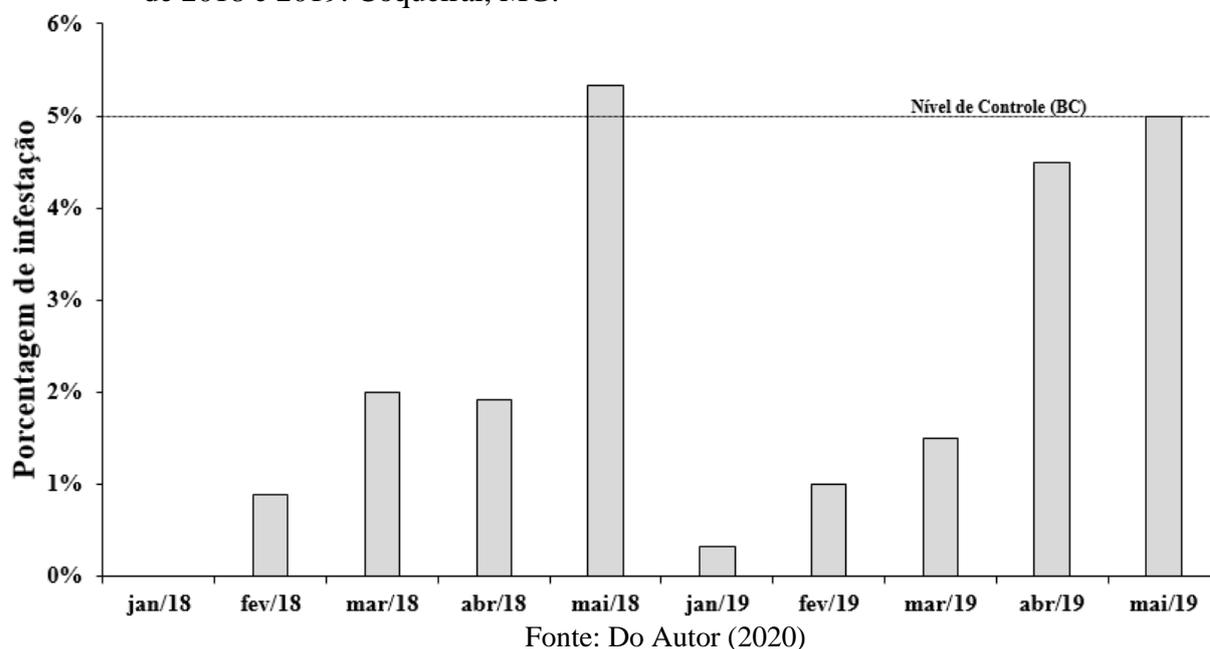


Figura 5 – Variação na porcentagem de infestação (%) da broca em relação ao nível de controle, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno cedro 2. Janeiro a maio de 2018 e 2019. Coqueiral, MG.

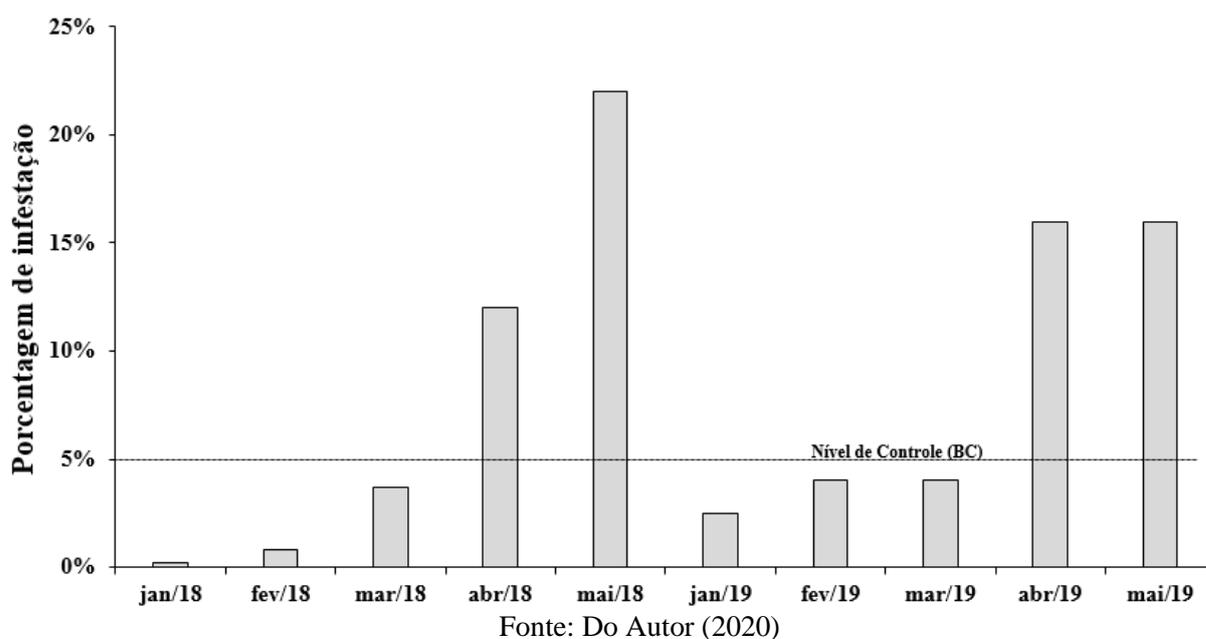


Figura 6 – Variação na porcentagem de infestação (%) da broca em relação ao nível de controle, no cultivos de café convencional com vegetação de entorno fragmento florestal. Janeiro a maio de 2018 e 2019. Coqueiral, MG.

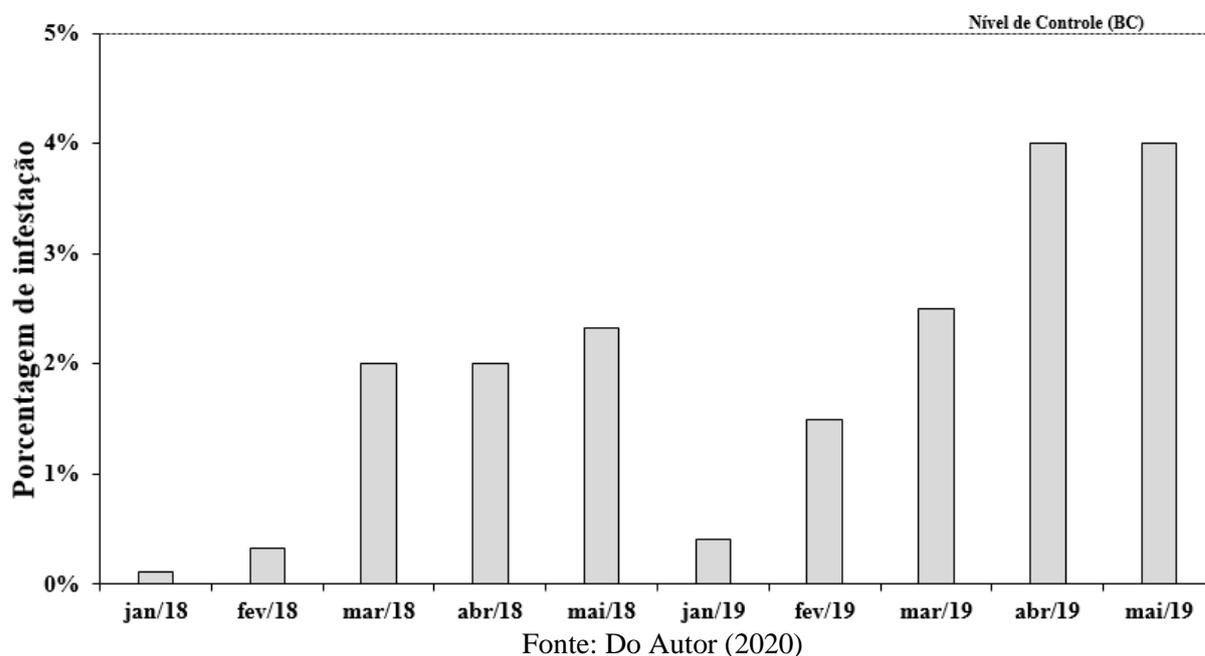
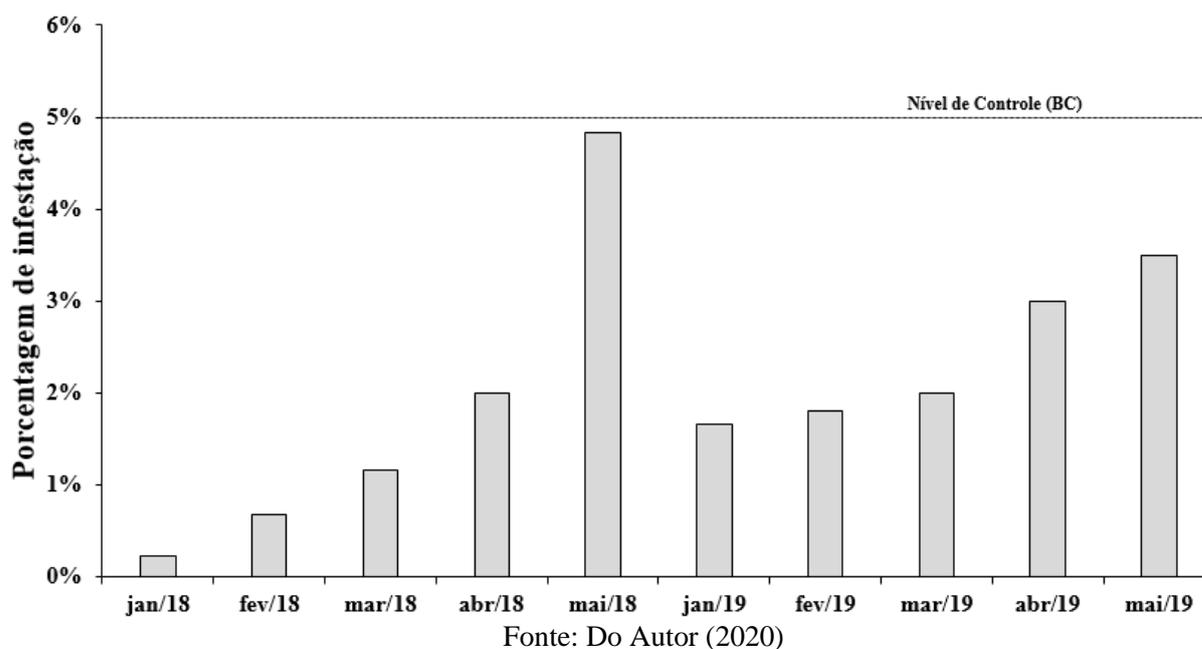


Figura 7 – Variação na porcentagem de infestação (%) da broca em relação ao nível de controle, no cultivo de café convencional com vegetação de entorno pastagem. Janeiro a maio de 2018 e 2019. Coqueiral, MG.



Em pesquisas realizadas no sul de Minas em 2013 e 2014 houve altos níveis de infestação da broca, atingindo 29% em abril e 24% em junho, esses altos níveis de infestação além de afetar no rendimento dos grãos podem afetar a qualidade da bebida e abrir porta para outros patógenos (MACHADO et al., 2014). Em avaliações realizadas no sul de Minas Gerais de 2015 a 2018, os maiores níveis de infestação foram observados em 2015 e 2016, anos com maiores índices pluviométricos e entressafra úmida no ano anterior. No ano de 2016 a presença da broca subiu a partir de março com pico de 18,99% em maio, sendo a maior infestação registrada no período avaliado. O monitoramento permitiu inferir que ações preventivas como, colheita bem feita, repasse de frutos remanescentes na planta e levantamento de frutos do chão fossem realizadas na entressafra da cultura, diminuindo a incidência da broca-do-café nos próximos anos (SILVA et al., 2019).

As porcentagens de infestação da broca-do-café (%BC) nos anos de 2018 e 2019 foram significativamente diferentes entre os cultivos cafeeiros com diferentes vegetações de entorno estudados (TABELA 2). Podemos observar que o cultivo de café com vegetação cedro 2 foi aquele que apresentou maior média de infestação e diferenças significativas quando comparado com os demais, com exceção do café em monocultivo.

Tabela 2 - Porcentagem média de infestação da broca (%BC) em 2018 e 2019.

Sistema/Entorno	%BC (\pmEP)
Cedro 2	8,12 (\pm 2,43) a*
Café	4,68 (\pm 1,27) ab
Cedro 1	2,24 (\pm 0,62) b
Pastagem	2,08 (\pm 0,43) b
Fragmento	1,91 (\pm 0,44) b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey $p < 0.05$

Fonte: Do Autor (2020)

Foram coletados 127 parasitoides em 2018 no cultivo convencional com vegetação Cedro 2, todos da espécie *P. nasuta* (FIGURA 8), sendo este o primeiro registro dessa espécie em plantações de café nessa região. Em coletas realizadas no Brasil, foi observada a ocorrência desse inimigo natural em diferentes regiões produtoras: São Paulo (BENASSI; BUSOLI, 2006), Paraná (CARNEIRO FILHO, 1984), Espírito Santo (BENASSI, 2007) e em Minas Gerais nos municípios de Viçosa em 1980, São João de Manhuaçu e Lavras em 1990 (FERREIRA, 1980;

FERREIRA; BUENO, 1995), e desde então não foram observados mais registros em Minas Gerais.

No pote de vidro com ar foram coletados numericamente mais parasitoides, em cinco semanas com um total de 63 indivíduos; na caixa plástica fechada com tecido voile 50; no pote de plástico com areia autoclavada 14, e no pote sem ar não foi coletado nenhum parasitoide (TABELA 3).

Tabela 3 – Número de *P.nasuta* coletados em diferentes recipientes. Julho de 2018 Lavras, MG.

Recipientes	Sem 1	Sem 2	Sem3	Sem 4	Sem 5	Total	Média
Pote Ar (600g)	10	31	4	13	5	63	12,6
Caixa Maior	19	10	6	10	5	50	10
Pote Areia (200g)	0	10	1	1	2	14	2,8
Pote sem ar(600g)	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Do Autor (2020)

No ano de 2019 foram encontrados 34 parasitoides, sendo encontrados em todos tratamentos, em maior número no cultivo cafeeiro com vegetação de entorno Cedro 2 (TABELA 4). As áreas estudadas se encontram próximas, isso mostra que *P. nasuta* encontra condições ambientes favoráveis no seu estabelecimento e propagação em cafeeiros convencionais nessa região.

Tabela 4 – Número de *P.nasuta* coletados nos potes de vidro com ar nos cultivos cafeeiros com diferentes vegetações de entorno. Maio de 2019. Lavras, MG.

Entorno	Sem 1	Sem 2	Sem3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Total
Café	0	1	1	0	0	0	2
Pastagem	0	4	1	0	0	0	5
Cedro 1	0	2	0	2	0	0	4
Cedro 2	4	2	8	1	4	3	22
Fragmento	0	0	0	1	0	0	1

Fonte: Do Autor (2020)

O maior número de parasitoides emergidos de frutos brocados no tratamento cedro 2, possivelmente se deu pela maior infestação de broca quando comparados ao demais. Além disso a conformação das árvores com duas linhas acima e abaixo do cultivo cafeeiro gera um microclima mais úmido, com maior sombreamento, o que favorece a reprodução e desenvolvimento da broca e de *P. nasuta*. Em sistemas cafeeiros diversificados com banana e árvores em Uganda, a taxa de parasitismo e abundância de parasitoides relacionados a broca do café aumentaram, isso foi relacionado com microclima favorável que se cria nesses agroecossistemas (IJALA et al., 2019).

Figura 8 – *Prorops nasuta* coletadas nos município de Coqueiral, MG. Julho de 2018 e Maio de 2019. Lavras, MG.



Fonte: Luís Cláudio Paterno Silveira (2020)

4 CONCLUSÕES

A infestação da broca-do-café atingiu nível de controle no cafeeiro em monocultivo e com vegetação de entorno cedro australiano nas duas conformações.

A vegetação de entorno Cedro 2 pode favorecer o ambiente no cafeeiro para reprodução e desenvolvimento da broca e de seus parasitoides.

Estes resultados preliminares indicam que *P. nasuta* encontra condições ambientes favoráveis ao seu estabelecimento e propagação em cafeeiros convencionais nessa região.

Conclui-se que é possível que *P. nasuta* exerça alguma pressão de parasitismo sobre a população da broca-do-café, o que necessita de estudos mais avançados, mas que aponta para mais uma alternativa de controle biológico de *H. hampei* no sul de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

BENNETT, A.B.; GRATTON, C. Measuring natural pest suppression at diferente spatial scales affects the importance of local variables. **Environ. Entomol.**, v.41, p.1077–1085, 2012.

BIGHETTI, H. CANAL RURAL. **Pragas do Café**, 2017. Disponível em:<
<http://www.canalrural.com.br/noticias/cafe-forte/broca-afeta-producao-cafe-sul-minas-68605>> Acesso em: 31 out. 2017.

CURE, J.R.; RODRIGUEZ, D.; GUTIERREZ, A.P.; PONTI, L. The cofee agroecosystem: bio-economic analysis of cofee berry borer control (*Hypothenemus hampei*). **Scientific Reports.**, v.10, p.1-12, 2020.

CHAPLIN-KRAMER, R.; KREMEN, C. Pest control experiments show benefits of complexity at landscape and local scales. **Ecol. Appl.**, v. 22, p.1936–1948, 2012.

MACFADYEN et al. Early-season movement dynamics of phytophagous pest and natural enemies across a native vegetation-crop ecotone. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.200, p.110-118, 2015.

LAUZIÈRE, I.; G. PÉREZ-LAUCHAUD.; J. BRODEUR. Influence of host density on the reproductive strategy of *Cephalonomia stephanoderis*, a parasitoid of the coffee berry borer. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.92, p.21-28, 1999.

IJALA, Anthony Raphael; KYAMANYWA, Samuel; CHERUKUT, Scola; SEBATTA, Christopher; KARUNGI, Jeninah. Parasitism of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in different farming systems and altitudes of Mount Elgon, Uganda. **Journal of Applied Entomology**, vol. 143, no. 10, p. 1122–1131, 4 Dec. 2019. DOI 10.1111/jen.12689.

MACHADO, J. L.; SILVA, R. A.; SOUZA, J. C. de; FIGUEIREDO, U. J.; CARVALHO, T. A. F; MATOS, C. S. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

MALDONADO L., C.E.; BENAVIDES M., P. Diferenciación genética y biológica del parasitoide de la broca del café, *Prorops nasuta*, en Colombia. **Revista Cenicafé** 62 (2): p.41-57. 2011.

MENDONZA, J.; QUIJIJE, R.; PATIÑO, M.; DELGADO, D. Resultados de varios estudios efectuados con *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis* para el control biológico de la broca del café *Hypothenemus hampei*, en Ecuador. **Informe técnico**, Ecuador, p. 11, 1994.

OLIVEIRA, C.M., AUAD, A.M., MENDES, S.M., FRIZZAS, M.R. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **J. Appl. Entomol**, v. 137, p. 1-15, 2013.

SILVA, R.A.; SOUZA, J. C. de.; REIS, P.R.; CARVALHO, T.A.F. de.; ALVES, J.P. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

SILVA, R.A.; MATOS, C. S. M.; SOUZA, J. C. de.; PEREIRA, A.B. Influencia do clima na flutuação populacional da broca-do-café non sul de minas. In: X SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2019, Vitória-ES. **Resumos...** Vitória, 2019, ISSN:1984-9249.

SOUZA, J. D.; REIS, P.; SILVA, R.; MACHADO, J. L.; GOMES, R.A. Cafeicultor: saiba como monitorar e controlar a broca-do-café com eficiência. **Circular Técnica**, Belo Horizonte: Epamig, v.2, n.67, 2011.

THOMSON, L.J., HOFFMANN, A.A. Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. **Biol. Control**, v.64, p.57–65, 2013.

VEGA, F.E.; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; JARAMILLO, J. The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. **Terrestrial Arthropod Reviews**, Washington, v. 2, n. 2, p. 129-147, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo observou-se que cafeeiros convencionais com diferentes vegetações de entorno e em monocultivo são ambientes favoráveis para ocorrência de parasitoides do bicho-mineiro, e que a ação das vespas predadoras pode ser prejudicada pela aplicação de agrotóxicos e cobre. Nos cafeeiros estudados, a população de bicho-mineiro é endêmica e não causa danos econômicos e a ação conjunta das vespas predadoras e de parasitoides possivelmente contribuíram para a regulação da infestação desta praga, além dos fatores climáticos.

Os resultados obtidos demonstram que existe uma riqueza representativa de famílias de himenópteros parasitoides coletados em cafeeiros com diferentes vegetações de entorno e em monocultivo. O cultivo do cafeeiro com vegetação de entorno cedro australiano merece atenção pela maior abundância de famílias de parasitoides encontrados relacionados ao controle biológico. Portanto o cultivo de cedro no entorno de cafeeiros deve ser melhor estudado para compreender as razões o que têm de especial para atrair e manter inimigos naturais.

A infestação da broca-do-café atingiu o nível de controle no cafeeiro em monocultivo e com a vegetação de entorno cedro australiano nas duas conformações. Além disso, resultados preliminares indicam que o parasitoide da broca-do-café *P. nasuta* encontra condições ambientes favoráveis ao seu estabelecimento e propagação em cafeeiros convencionais nessa região.

Os resultados obtidos neste trabalho são de extrema importância pois sabemos dos benefícios ecológicos que podem apresentar a vegetação de entorno de cafeeiros convencionas no conhecimento da dinâmica populacional de pragas e inimigos naturais associados ao cafeeiro, e na distribuição da diversidade e abundância de parasitoides, fornecendo-se assim bases para a recomendação do controle biológico por conservação em cafeicultura no Sul de Minas Gerais.

Espera-se que os resultados obtidos neste trabalho possam servir para subsidiar os produtores, cafeicultores, pesquisadores e extensionistas, com intuito de conscientização da importância dos inimigos naturais no controle de pragas, além de essas áreas indicarem espécies promissoras e bem adaptadas nas áreas de cultivo de café para estudos mais aprofundados e posterior utilização no controle biológico aplicado.